

DUE DATE SLIP**GOVT. COLLEGE, LIBRARY**

KOTA (Raj)

Students can retain library books only for two weeks at the most

BORROWER S No	DUE DTATE	SIGNATURE

ब्रह्मांड दर्शन

संयोजक • ईश्वरभाई पटेल
 प्रधान संपादक • भोगीलाल गांधी
 सहायक संपादक • बंसीधर गांधी

तन्त्रीमंडल

श्री भाईलालभाई छा पटेल श्री धावुभाई जशभाई पटेल
 श्री डोलरराय मारुड श्री उमाशकर जोशी श्री एच एम पटेल
 श्री रविशकर रावल श्री बी सी पटेल श्री हरिहर प्रा भट
 श्री बी एच भानोट श्री यशवत शुक्ल श्री नीरूभाई देसाई
 श्री विजयगुप्त मोर्य श्री पी सी वैद्य श्री भोगीलाल साडेसरा
 श्री जशभाई का पटेल श्री अबूभाई पटेल श्री जे जी चौहान
 श्री रमणभाई पटेल

परामर्शकगण

पंडित सुगुलाठजी : श्री रसिकलाल परीस
 श्री कामायाह्य काटेलकर श्री रामप्रसाद शर्मा
 श्री कर्नयालाल मुसी श्री अनतराय रावल
 श्री गगनविहारी महेता • श्री चन्द्रयदन सी महेता
 श्री हसायदन महेता श्री बापालाल येंद
 श्री उमाशकर जोशी • श्री फीरोज का शायर
 डा विक्रम मारामाई • श्री हरिनारायण आपार्य
 श्री बी बी बोध • श्री सी एन यकील
 डा शान्तिनाथ महेता • श्री डी टी लाकडामाला
 श्री विष्णुप्रसाद त्रिंबी श्री एम एल हांतवाल
 श्री वसुभाई रावल

१

ज्ञान-मंगोत्री ग्रंथश्रेणी : विज्ञान विद्याशाखा



58306

ब्रह्मांड दर्शन

लेखक : डा. छोटुभाई सुथार

भारत सरकार, शिक्षा मंत्रालय की मानक ग्रंथों की
प्रकाशन-योजना के अंतर्गत प्रकाशित
सरदार पटेल युनिवर्सिटी-वल्लभविद्यानगर

आभार-दर्शन

लेखन डा छाटुभाई मुखार नियामक-वेवशाला, अहमदाबाद
घर बेटे गंगा पापे आवायथी बाकामाहव कालेलकर ,
दो शब्द डा दीर्घमिह काठारी
प्रकाशन-भागदर्शन रविशंकर रावल * बच्चुभाई रावल * मोहनभाई पटेल
इलोवस नारकमहल (अणद) * नवजीवन मुद्रणालय

याजनादान हरि ॐ आश्रम-नटियाद

अनुदान शिक्षा मंत्रालय, भारत सरकार
सरदार पटेल युनिवर्सिटी-बल्लभविद्यानगर

प्रकाशन विधि
राष्ट्रपति डा जवाहरलाल नेहरू कार्यालय

प्रकाशनतिथि

१ लो आवृत्ति २००० प्रतिष्ठा २७ सितंबर, १९६०

कीमत:

र २०-०० (Rs 20 00) + पोस्ट चार्ज र २०० (Rs 2 00)

प्रकाशक.

गातिगल अमीत, रजिस्ट्रार सरदार पटेल युनिवर्सिटी-बल्लभविद्यानगर (INDIA)

मुद्रक

गातिगल हरजीवन शाह, नवजीवन ट्रस्ट, अहमदाबाद-१६

भारत सरकार, शिक्षा मंत्रालयकी मानव श्रमकी प्रकाशन-याजनादे
अनगत इस पुस्तककी अनुवाद और पुनरीक्षण वैज्ञानिक तथा मननीकी मन्दा-
वकी आयोगकी देखरेखमें किया गया है और इस पुस्तककी द्वारा प्रतिष्ठा भारत
सरकार द्वारा जारी की गई है।

प्रस्तावना

हिंदी और प्रादेशिक भाषाओंको शिक्षाके माध्यम के रूपमें अपनानेके लिए यह आवश्यक है कि इनमें उच्च कोटिके प्रामाणिक ग्रंथ अधिकसे अधिक संख्यामें तैयार किए जाएं। भारत सरकारने यह कार्य वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोगके हाथमें सौंपा है और उसने इसे बड़े पैमाने पर करनेकी योजना बनाई है। इस योजनाके अन्तर्गत अंग्रेजी और अन्य भाषाओंके प्रामाणिक ग्रंथोंका अनुवाद किया जा रहा है तथा मौलिक ग्रंथ भी लिखाए जा रहे हैं। यह काम अधिकतर राज्य सरकारों, विश्वविद्यालयों तथा प्रकाशकोंकी सहायतासे प्रारंभ किया गया है। कुछ अनुवाद और प्रकाशन-कार्य आयोग स्वयं अपने अधीन भी करवा रहा है। प्रसिद्ध विद्वान अध्यापक हमें इस योजनामें सहयोग दे रहे हैं। अनूदित और नए साहित्यमें भारत सरकार द्वारा स्वीकृत शब्दावलीका ही प्रयोग किया जा रहा है ताकि भारतकी सभी शिक्षा-संस्थाओंमें एक ही पारिभाषिक शब्दावलीके आधार पर शिक्षाका आयोजन किया जा सके।

ज्ञानगंगोत्री श्रेणीका प्रथम ग्रंथ 'ब्रह्मांडदर्शन' आयोग द्वारा प्रस्तुत किया जा रहा है। इसके मूल लेखक और अनुवादक डॉ० छोटुभाई मुखार हैं तथा पुनरीक्षक श्री गिरिराज किशोर हैं। आशा है भारत सरकार द्वारा मानक ग्रंथोंके प्रकाशन संबंधी इस प्रयासका सभी क्षेत्रोंमें स्वागत किया जाएगा।

वावूराम सक्सेना

अध्यक्ष

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग

निवेदन

स्वतंत्रता-प्राप्तिके पश्चात् हमारे देशमें शिक्षाका विस्तार हुआ है। साथ ही उच्च शिक्षाकी परिणामोंके कारण ज्ञान-विस्तारके नए अवसर मुलभ हुए हैं। तकनीकी क्षेत्रमें भी हम बड़े कदम भर रहे हैं। इतना होते हुए भी, कई कारणोंसे, उच्च शिक्षाकी प्राप्तिके लिए साधारण छात्र के ज्ञान-संस्कारका संवत् पर्याप्त नहीं है; अतः विश्वविद्यालयीय छात्रका ज्ञान-व्याप भी बहुत कम प्रतीत होता है।

यह भी स्वाभाविक है कि स्वाधीन लोकतांत्रिक समाजके सर्वांगीण विकास-कालमें सर्व-साधारण शिक्षित प्रजाजन को चुर्नातियाँ देनेवाली असंख्य जटिल समस्याएँ भी उपस्थित होती रहीं। ऐसी परिस्थितिमें, बौद्धिक तालीमका ज्ञानसंचय अपर्याप्त रह जाने पर एक सुसज्ज नागरिकके रूपमें उसके व्यक्तित्वकी अति वैयक्तिक व राष्ट्रीय—दोनों दृष्टियोंसे प्रभावशाली पूर्तिकी अपेक्षा करती है।

इस अति-पूर्तिके उद्देश्यसे सरदार पटेल युनिवर्सिटीने अपनी सीमाओंमें रहकर ययासंभव, एक अलग किन्तु सन्निष्ठ प्रयास किया है; और इसे 'ज्ञान-मंगोत्री' के माध्यमसे मानव विद्याशाखा के बीस और विज्ञान विद्याशाखाके दस-दस तरह कुल तीस ग्रंथोंकी माला की योजनासे आरंभ किया है।

महाविद्यालय-स्तर के छात्रों व शिक्षित नागरिकोंको ध्यानमें रखकर यह ग्रंथमाला तैयार करनेका निश्चित किया गया है। इस ग्रंथ-मालाके उद्देश्य हैं:

(१) अध्ययनकी इच्छावाले पाठक इन ग्रंथोंको थोड़े परिश्रमसे किन्तु रसपूर्वक पढ़ें; उनकी ज्ञान-पिपासा अधिक बढ़े; (२) अध्ययनके उपरान्त अध्ययताके चित्तपटल पर बहुविध विकासके मुख्य सोपान उभर आवें; (३) जानकारी व तथ्योंकी अनेकविधता द्वारा ज्ञान-प्राप्तिका 'गुरु' पाठक हस्तगत करें और (४) अध्ययताओंके चित्तमें मूलभूत सत्य एवं मूल्योंके प्रति श्रद्धा का बीजारोपण हो।

इस दृष्टिसे इतिहास, चिन्तन, साहित्य, ललितकला और विज्ञान जैसे विविध क्षेत्रोंके विभिन्न प्रकारके लेखनोंके लिये कुछ आधारभूत बातें स्वीकार करके ही हम अग्रसर हुए हैं यथा—

(१) मानव-विकासमें अनेक प्रेरक-शक्तियाँ क्रियाशील रहती हैं; परन्तु अंततोगत्वा परिस्थितियोंके परिवर्तनमें मानवीय चेतना ही प्रमुख भूमिका अदा करती है; और हरेक मानवके

व्यक्तित्वके यथासम्भव पूर्ण विकासकी नींव पर ही सामाजिक व सामुदायिक विकासका भवन रचा जाना चाहिए।

(२) विज्ञानका रहस्य परिवर्तनशीलता में निहित है और जल्द घोष वृत्ति ही उसकी कुजी है। विज्ञानकी विस्तृता नय्याके भटागवा सचय कग्नेमें नही है किन्तु बाह्य विस्तृता-ओकी अननिहित सवादिता खोज लेनेमें है।

(३) जन्मपणकी इस प्रनियामें मानवकी चेतना और कल्पनाशक्तिका यागदान अमाधारण है, और यह वैज्ञानिक सत्य मुक्त मानवके निर्णयका ही फल है।

(४) आगिर ता विज्ञान भी अन्य मानवीय क्षेत्रोंकी ज्ञानि मूल्योंके निणयके त्रिना मात्र यातिक प्रवृत्तिके स्यमें टिकेगा नही। इस सदममें विज्ञान और मानवविद्याओंके बीचकी ज्ञान-मीमाएँ अभिन्न प्रतीत होनी हैं।

(५) जीवनकी समग्रताके माय आदिवाले तदात्ममून वनी मृजन-प्रवृत्तियोंके प्रति विनेप जनिमुख होना व आत्मीयता जगाना उचित है। हमारा विद्यार्थी और नागरिक मीदय निग्वनेवाला बने, सादय पहचाननेवाला बने और उसका आम्बादन करनेवाला जर्मान् परमानदी भूट पीनेवाला बने ऐसी चैतनिक मृजनशक्तिका रहस्योद्घाटन करना चाहिए।

(६) इस श्रव्यमालाका लक्ष्य उस रहस्यको अवगत करना है कि ज्ञान केवल ज्ञान-वारी नही है, विज्ञान भौतिक या प्राकृतिक तम्याका केवल मकलन या पुन्यकरण नही है, अनुमति केवल घटनाओंका बाह्य सगं नही है ज्ञानानुमति इससे भी कुछ विगिष्ट है।

हमने सदैव इस समानताका अनुभव किया है कि उपयुक्त बातें सिद्ध करनेका कार्य अनि दुष्कर है। एक ओर युवका व नागरिकाके स्तर, उनकी अभिरुचि, ज्ञययन-क्षमता और बोध-क्षमता की सीमाएँ हैं, तो दूसरी ओर इतिहास-विकास की शीकी करानेका कार्य कठिन है। गभीर व कठिन समझे जानेवाले विषयोंको गभीरताने किन्तु आस्वाद्य बनाकर प्रस्तुत करनेका कार्य ऐलकों के लिए कमीटी-रूप है। मग्गादकोंकी भी मर्यादाएँ हानी हैं। इस प्रकार यह प्रयास महत्वा-काशी व दुराराध्य लगते हुए भी अनि महत्वाकाशी त्रिवा असाध्य नही है। इस यात्राका आरम हमन इसी विद्वामने किया है कि गणावतरण करानेका तो नही, गयोश्रीमें आचमन करानेका यत्न तो हमें मिलेगा। विदेशी ग्रथाने अनुवाद या रूपानरोकी प्रस्तुत करनेके बजाय यथामभव मौलिक अव्ययन व चिंतन प्रस्तुत करना हमारा उद्देश्य है।

अपने इस प्रयासमें हरि ॐ आश्रम, नडियादवाले पू श्री मोटाने, भारत सरकारके शिक्षा मन्त्राय और राज्य सरकारके शिक्षा विभागने तथा अन्य मज्जनों और संस्थाओंकी ओरसे जो आर्थिक सहायता हमें प्राप्त हुई है उसके लिये हम उन सभीके बहुत ही कृतज्ञ हैं। नडियाद और रादेरसे अपने भक्ता और प्रसक्तों द्वारा ज्ञान-गयोरी येषीके ग्रथोंके प्रकाशनार्थ दो लाख रूपों का दान सरदार पटेल युनिवर्सिटीको दिग्वाकर पू श्री मोटाने ज्ञान-गयोरीके इस कार्यका समगरम किया है।

मगर यह हुई गुजराती ग्रंथश्रेणीकी बात। इस श्रेणीके प्रथम दो ग्रंथोंके प्रकट होनेके बाद पू. श्री मोटाने सोचा कि यह ग्रंथ-श्रेणी हिन्दी जनताके लिये उतनी ही उपयोगी है जितनी गुजराती जनताके लिये। और उन्होंने ज्ञान-गंगोत्रीकी हिन्दी आवृत्तिके लिये पैंतीस हजार रुपयेका दान सरदार पटेल युनिवर्सिटीको देनेका जाहिर किया। पू० श्री मोटा की यह शुभ भावना फलवती साबित हुई है। हिन्दी संस्करणके लिये अन्य व्यक्तियोंसे भी हमें दान मिलने लगा है और यों श्रेणीके प्रथम ग्रंथ 'ब्रह्मांड दर्शन' का प्रकाशन शक्य बना है। हम पू. श्री मोटाके और अन्य सभी सज्जनोंके बहुत कृतज्ञ हैं। हम आशा करते हैं कि हिन्दी संस्करणके इस कार्यमें भारत सरकारके शिक्षा मंत्रालयसे भी हमें उपयुक्त सहायता और उत्तेजन प्राप्त होगा।

गुजरातके अनेक श्रेष्ठ चिंतकों व लेखकोंने इस योजनाके सम्पादक-मण्डलके सदस्यों और परामर्श-दाताओंके रूपमें अपनी सेवाये अर्पित कर तथा अनेक प्राध्यापकों, अव्येताओं और विद्वानोंने लेखनका दायित्व स्वीकार कर हमारी योजनाको मूर्तरूप दिया है, तदर्थ हम उनके ऋणी हैं।

दिल्लीकी राधाकृष्ण प्रकाशन संस्थाके अध्यक्ष श्री ओमप्रकाशजीने इस ग्रंथके प्रमुख वितरक होनेकी स्वीकृति देकर हमारी योजनाको सहयोग दिया है।

हमारी युनिवर्सिटीकी सिंडिकेटके सदस्यों, अन्य अध्यापकों और प्रशासकीय कर्मचारियोंने 'ज्ञान-गंगोत्री' के इस कार्यमें उत्साहपूर्वक सहयोग प्रदान किया है उस बातका तथा इस योजना के सम्पादक श्री भोगीलाल गांधी और सह सम्पादक श्री वंसीवर गांधीकी नैष्ठिक यत्न-शीलताका तथा हिन्दी संस्करणके प्रकाशन परामर्शक श्री मोहनभाई पटेल और श्री गिरिराज-किशोरकी सेवाका यहाँ उल्लेख करते हुए मुझे प्रसन्नता होती है।

भारतके राष्ट्रपति डा.जाकिर हुसेनने इस हिन्दी ग्रंथकी प्रकाशनविधि करनेकी सम्मति देकर हमें बड़ा गौरव प्रदान किया है। इस सौजन्यके लिये हम आपके बहुत ही एहसानमंद हुए हैं।

भारत सरकारके शिक्षा मंत्रालय द्वारा निर्धारित पारिभाषिक पदावलीका प्रयोग इस ग्रन्थश्रेणीमें किया गया है।

वल्लभविद्यानगर
ता० २०-९-१९६०

ईश्वरभाई पटेल
उपकुलपति
सरदार पटेल युनिवर्सिटी

“ घर बैठे गंगा पाये ”

गुजरातमें प्रजाकीय पुरपायमें जिन विद्यापीठाकी स्थापना हुई उनमें सरदार पटेल युनि-
वर्सिटी बल्लभविद्यानगरका स्थान ऊँचा है। विद्यानमें ‘होम युनिवर्सिटी मीरीप’ के जैमी जो
अनेक ग्रथमालाएँ चलनी हैं और उनमें विद्वानोंकी मददमें अनेक शैशोंकी अध्वनन जानकारी
देनेवाली लोकभोग्य किताबें प्रकाशित होनी हैं वेसी ही एक ग्रथमाला सरदार पटेल युनिवर्सिटी
ने शुरू की है। इस ग्रथमालाका प्रथम ग्रथ ‘ब्रह्मांड दर्शन’ प्रकाशित हुए पूरा एक माल भी नहीं
हुआ। ‘प्रमत्त स्वागत’ के नाममें उस ग्रथकी भूमिका मैंने लिखी थी। इसके अन्तमें मैंने आशा
प्रगट की थी कि ऐसे राष्ट्रोपयोगी तृप्तिदायक ग्रथका हिन्दी अनुवाद भी प्रकाशित होना
चाहिये। खुशीकी बात है कि सरदार पटेल युनिवर्सिटीके उपकुलपति ईन्वरभाई पटेलने मनु-
योगमें यह हिन्दी सस्करण इतना जल्दी प्रकाशित हो रहा है।

जब मैं गावीजीके मर्यादमें दाखिल हुआ तब मैंने आश्रमके लोगोकी आकाशके नक्षत्रोंका
परिचय करानेकी प्रवृत्ति शुरू की। मेरे मन आकाशकी ज्योतिषोका दशन पाना देवोंका काव्य
देवनेके ममान ही था। ‘पद्य देवस्य काव्य, न ममार न जीर्यति।’ धामकी प्रार्थनाके बाद स्वच्छ
आकाशमें ग्रह और नक्षत्रोंका दर्शन कराना और उनके बारेमें म्बदेशी और विदेशी पौराणिक
कथायें सुनाना और माध-माध पश्चिमके ज्योतिर्विदोंने आज कितनी प्रगति की है इसकी जान-
कारी भी आश्रमवासियोंको देना यह मेरा प्रिय और पवित्र व्यवसाय था। मैं उसे प्रार्थना
का ही एक अंग समझता था। इस प्रवृत्तिका परिचय गुजरातमें जगह-जगह पहुँच गया और
शे-चार जगह तारामंडलोंकी स्थापना भी हुई।

इस तरह तारामंडलोंकी स्थापना करके खगोलविज्ञानमें प्रगति करनेवाले लोगोमें अना-
धारण निष्ठावान और ज्ञानोपयोगी माहित हुए श्री छोटुभाई मुखार। उन्होंने मन् १९६५ में
‘तारक-मंडल आणद’ नामकी खगोलमस्था स्थापित की। मैं अध्यात्मके साथ विज्ञानका भी भक्त
हूँ सही। लेकिन असम्य दूसरे कामोंमें फँसा हुआ मैं ज्योतिर्विज्ञानमें विशेष प्रगति नहीं कर
सका। अनेक जैगोंमें आकाश-दर्शन और तारा-निरीक्षणका प्रेम पैदा करके ही मैंने मतोप माना।
डा छोटुभाई मुखारने अपने तारक-मंडलके द्वारा कल्पनानीन प्रगति की और ज्ञान-मगोत्रीके
प्रथम ग्रथके तौर पर यह सुन्दर, रोचक ग्रथ तैयार करके दिया। हिन्दीमें ऐसा कोई ग्रथ है या
नहीं सो मैं नहीं जानता। डा गोरखप्रसादजीका ‘मौर परिवार’ नामक ग्रथ मैंने चाबने पढ़ा
था। इसके बाद ऐसा कोई ग्रथ मेरे देखनेमें नहीं आया।

इस ब्रह्मांड-दर्शन ग्रंथके अंतिम भागमें भारतीय ज्योतिष-शास्त्रकी काफी जानकारी दी है। लेकिन ब्रह्मांड-दर्शन प्रधानतया पश्चिमके अद्यतन संशोधन पर ही आधारित है। इसमें दिये हुए चित्र भी ज्यादातर पश्चिमके ही हैं। हालांकि भारतीय नक्षत्रके नाम देनेवाले चित्र भी उसमें काफी संख्यामें दिये गये हैं। सामान्य पाठक २३ वे अध्यायसे ही प्रारंभ कर सकते हैं। साथमें आकाशके तारोंकी जानकारी रखनेवाले किसीकी मदद मिले तो और भी अच्छा।

पुराणकारोंने ब्रह्मांडकी उत्पत्ति, उसका विस्तार, आकाशगंगाकी कथा आदि बहुत रोचक कथाये दी हैं लेकिन पश्चिमके विज्ञानवेत्ताओंने जो संशोधन किये हैं और उनके आधार पर कल्पनाये चलायी हैं वे अधिक विश्वसनीय, प्रेरक और भव्य हैं। हमारे पुराणकारोंके पास अगर इतनी सारी जानकारी होती तो नहीं मालूम उन्होंने कितना विराट काव्य पैदा किया होता।

और अब तो आकाशकी जानकारी बढ़ानेवाली महाकाय दूरबीनोंके द्वारा तारोंका दर्शन हजारों और लाखों गुना बढ़ा है। और मानो यह कुछ विगेष है नहीं ऐसी भावना उत्पन्न करनेवाली 'रेडियो खगोलविद्या' का अभी-अभी अवतार हुआ है। अब इतनेसे भी संतोष न मानकर पश्चिमका मानव, रॉकेट (विमानवाण) में बैठकर आकाशस्थ ग्रहों तक हो आनेकी महत्वाकांक्षा भी आजमाने लगा है। ऐसे दिनोंमें सामान्य युगिक्षित संस्कारी भारतीयोंको कमसे कम इतनी जानकारी होनी ही चाहिये, जितनी ब्रह्मांड दर्शनमें दी गयी है। पश्चिमके राष्ट्र जोरोंसे पुरुषार्थी प्रगति करे ऐसा पिछड़ापन आजाद भारतको असह्य होना चाहिये।

मैं फिरसे डा. छोटुभाई सुथारका और उपकुलपति ईश्वरभाई पटेलका अभिनन्दन करता हूँ कि उन्होंने ब्रह्मांड-दर्शनके हिन्दी संस्करणके द्वारा समूचे राष्ट्रकी सेवाका यह शुभ प्रारंभ किया है।

मेरा प्रवेशक अथवा पुरोवचन तो यही पूरा हुआ। लेकिन 'ब्रह्मांडदर्शन' का महत्त्व समझानेवाला एक सुन्दर प्रसंग और गांधीजीका अभिप्राय यहीं पर देनेका लोभ मुझे नीचेकी पंक्तिर्था देनेको प्रेरित करता है।

जब अंग्रेज सरकारकी कृपासे मैं सन् १९३० में गांधीजीके साथ पूनाके यरवडा जेलमें चार छह मास रहा था तब मैंने गांधीजीको आकाशके ग्रह-नक्षत्रोंका थोड़ा परिचय करवाया था। उनको बादमें इस बातकी ऐसी लगन लगी कि जब वे फिरसे सन् १९३१ में यरवडा जेलमें रखे गये तब उन्होंने भारत सरकारको लिखकर जेलमें बैठे-बैठे आकाश-दर्शन करनेके लिए एक बड़ी दूरबीन रखनेकी इजाजत प्राप्त की।

मैंने पूना-निवासी लेडी ठाकरसीजीके वहाँसे उनकी बड़ी दूरबीन यरवडा जेलमें लाकर खड़ी कर दी, जिसमेंसे महात्माजी, सरदार वल्लभभाई पटेल और महादेवभाई देसाई आकाश-दर्शन का आनंद ले सकते थे। पूना एग्रिकल्चरल कालेजके प्रो. जयगकर त्रिवेदीजीने गांधीजीको जेम्स जिन्सकी और ऐसी ही दूसरी किताबें भेज दीं। यह सारा अध्ययन और निरीक्षण करते

गांधीजीने मुझे जो पत्र लिखे थे उसमें से नीचेका अवतरण 'ब्रह्मांड दर्शन' के पाठकोंको हिंदी अनुवादके रूपमें अर्पण करता हूँ।

“मेरा रम दूमरे ही प्रकारका है। आकाशका निरीक्षण करते अनन्तताका, स्वच्छताका, नियमनका और भव्यताका जो खयाल मन में पैदा होता है वह हमें मुग्ध करता है।”

“अगर हम ग्रहों तक और तारों तक पहुँच सके तो भले ही हमें वहाँ पर, पृथ्वी पर होता है वँसा भले-बुरेका अनुभव हो लेकिन इतने दूर उनमें जो सौंदर्य है और उनमें मे जो शीतलता निकलती है उसका तो हम पर शान असर ही होता है। वही मुझे अलौकिक प्रतीत होना है।”

“और अगर हमने आकाशके साथ अपना अनुमोचन बाँध दिया तो हम कहीं भी बैठे हों उसमें कोई आपत्ति नहीं रहती। यह तो मानो 'घर बैठे गया पाये'।”

“इन सब विचारोंने मुझे आकाश-दर्शनका पागल बना दिया है। इसी कारण मैं यहाँ (यरवडा जेलमें) मेरे सतोपके जितना ज्ञान प्राप्त कर रहा हूँ।”

बापूके शुभाशिष

—काकासाहेब कालेलकर

दो शब्द

मुझे हर्ष है कि सरदार पटेल विश्वविद्यालय "ज्ञान-गंगोत्री" के प्रथम ग्रंथ 'ब्रह्मांड दर्शन' का हिन्दी अनुवाद प्रकाशित कर रहा है। आजके युगमें ब्रह्मांडकी जानकारी प्राप्त करनेके लिए मनुष्यके हृदयमें जितनी जिज्ञासा है उतनी शायद पहले कभी भी न थी। ब्रह्मांड विज्ञानकी हमारे देशमें एक गौरवशाली परंपरा रही है। इस क्षेत्रमें आजकल जो महत्वपूर्ण और क्रान्तिकारी खोज तथा विकास हो रहे हैं उसमें हमारे देशने भी कुछ अंगमें भाग लिया है। आशा है, हमारा देश इस क्षेत्रमें और भी आगे बढ़ेगा। मुझे आशा है कि "ब्रह्मांड दर्शन" ग्रन्थ रोचक तथा लाभदायक सिद्ध होगा।

दौलतसिंह कोठारी।

चैयरमेन

युनि. ग्रान्ट्स कमिशन

न्यू दिल्ली

यह पुस्तक

‘ब्रह्मांड दर्शन’ की हिन्दीभाषी जनताके सामने प्रस्तुत करनेमें एक ओर आनन्दका अनुभव करता हूँ तो दूसरी ओर सकोचका। आनन्द इस बातका कि सगोत्र-विज्ञानकी आराधना करनेवाले हिन्दी पाठकोंके सामने यह ज्ञान-अर्घ्य लेकर उपस्थित होनेका मौका मुझे मिल रहा है और सकोच इस बातका कि मेरा यह साहस कम पूँजीका व्यापार साबित होनेका मुझे डर है। यह पुस्तक महाविद्यालयोंके उच्च शिक्षार्थी छात्रोंकी और बड़ी उमरवाले ज्ञानपिपामु गुजराती भाई बहनाकी ज्ञान और सस्कारपूर्तिके लिये लिखी गयी थी। उनके प्रकाशनके बाद कई मित्राने उसे हिन्दीमें रूपांतरित करनेकी सलाह दी। इस सलाहके पीछे एक हेतु यह था कि विज्ञान-युगमें जीनेवाले आजके युवानाको विज्ञानकी नयी गांधोमें अपरिचित रखना उचित नहीं है। ज्ञानका हमारा स्तर ऊँचा उठना चाहिये। भगर तब यह सवाल पँदा हुआ कि मेरे इस प्रयत्नकी हिन्दी जनता किस दृष्टिसे देखेगी। ‘ब्रह्मांड दर्शन’ जिस रूपमें प्रस्तुत किया जा रहा है उसकी भाषा अहिन्दीभाषी एक भारतीयकी हिन्दी है। इस कारण ब्रह्मांड दर्शनके हिन्दी रूपांतरमें वही भावोका तो वही धैलीका ज्वारभाटा-सा उमरता नजर जायगा। यह होते हुए भी यह रूपांतर मूल भावोंके अनुरूप प्रगट किया जा सका है ऐसा मेरा विश्वास है।

समयके साथ बढ़म मित्रानेको सर्वेगाही पुस्तकोंकी हमें आवश्यकता रहती है। सामान्य पाठन भी अपने-आप समझ सके ऐसी वणनात्मक धैलीमें लिखी गयी और अनेक चित्रों और आकृतियों वाणी यह पुस्तक आकाशविज्ञानके जानकारोंका अभ्यास बढ़ानेमें सदर्भप्रयत्न काम करेगी। ‘ब्रह्मांड दर्शन’ ऐसे पाठकोंको रुचितर मालूम होगी ऐसा मैं समझ रहा हूँ।

‘ब्रह्मांड दर्शन’ का हिन्दी रूपांतर मही रूपमें ही वैसा करनेमें मुझे श्री गिरिराज किशोर, श्री नानुभाई बारोट और श्री भूपतिराम सावरियामें बहुत सहाय मिली है। श्री सावरियामीने मारी पुस्तककी आदिमें अत तक देखकर जा मूल्यवान मुचाव दिये हैं उस लिये मैं उनका अत्यंत कृतज्ञ हूँ।

आचार्यश्री काकामाहने पुरोवचनके रूपमें ‘घर बैठे गया पाये’ का प्रवेशक देकर और श्री दौग्तमिह कांठरीने ‘दो शब्द’ ठिककर मेरे उत्साहकी बढ़ाया है। मैं जिन महानुभावोंका बहुत श्रेणी हूँ।

सरदार पटेल युनिवर्सिटी और उसके वाइस चान्मलर श्री दीक्षरभाई पटेलकी ओर कृतज्ञता प्रकट करनेकी बात मेरे मन्द-मामथ्यके बाहरकी है।

छोटुभाई मुथार

संपादकीय

ज्ञानगंगोत्रीके प्रथम ग्रन्थ 'ब्रह्मांड दर्शनका' हिन्दी रूपांतर हिन्दी-भाषी जनताके सामने रखते हुए हम गौरवका अनुभव कर रहे हैं। मूल पुस्तककी प्रकाशन-विधि हमारे विदग्ध चिंतक आचार्य श्री काकासाहव कालेलकरके हस्तोंसे हुई थी। उस वक्त आचार्यश्री ने कामना प्रकट की थी कि ब्रह्मांडदर्शनका हो सके उतनी जल्द हिंदीमें रूपांतर प्रकट किया जाय। हमारे लिये सतोष और आनंदकी बात है कि पू० काकासाहवकी इस इच्छाकी पूर्ति मूल पुस्तकके प्रकाशित होनेके एक सालके भीतर ही हो रही है। हमारे लिए परम सौभाग्यकी बात यह है कि हमारे राष्ट्रपतिजी और अनन्य शिक्षाशास्त्री डा० जाकिर हुसैनके वरद हस्तों ब्रह्मांडदर्शनके हिन्दी रूपांतरका प्रकाशन हो रहा है।

प्रसन्नताकी एक और बात भी है। 'ब्रह्मांड दर्शन' के प्रकट होनेके बाद उसका शुमार उत्तम (Classic) ग्रन्थके रूपमें हो रहा है। ज्ञानगंगोत्री श्रेणीके ग्रन्थोंको प्रकाशित करनेकी हमारी प्रवृत्तिको गुजरातके विद्वानों, शिक्षाशास्त्रियों और सामाजिक कार्यकर्त्ताओंने सराहा है। इतना ही नहीं उसे अनेक प्रकारसे बल भी प्रदान किया है। सर्वमान्य इस ग्रन्थ श्रेणीके प्रथम ग्रन्थका हिन्दी रूपांतर उसके विद्वान लेखकने खुद किया है और यों विषय निरूपणकी दृष्टिसे त्रुटियोंकी संभावना बहुत ही कम रह गयी है।

'ब्रह्मांड दर्शन' का प्रकाशन भारतकी दो बड़ी भाषाओंके साथ ज्ञानगंगोत्रीका त्रिवेणी संगम रचता है और यों 'सोन्हि' मिलत मुहांगा' को चरितार्थ होता देख हम हर्षका अनुभव कर रहे हैं।

हमारे इस आनन्दोल्लासके कार्यमें सक्रिय सहानुभूति दगनिवाली सभी व्यक्तियोंके प्रति हम अपनी कृतज्ञता प्रकट करते हैं।

ज्ञान-गंगोत्री

मानविकी विद्याशाखा [२० ग्रन्थ]

- ० मानवकुल दर्शन [विश्व इतिहास सोपान] ३ ग्रन्थ
- ० विश्व दर्शन [क्रान्तियाँ और वैज्ञानिक विकास] ३ ग्रन्थ
- ० भारत दर्शन [आदियुगसे अद्यतन विकास] ७ ग्रन्थ
- ० विदेश दर्शन [दुनियाके प्रमुख देशोका परिचय] ३ ग्रन्थ
- साहित्य दर्शन [विश्व साहित्य गुजराती साहित्य] २ ग्रन्थ
- ० ललित कला दर्शन [विविध कलायें सिद्धांत परिचय] २ ग्रन्थ

विज्ञान विद्याशाखा [१० ग्रन्थ]

- ० ब्रह्मांड दर्शन
- ० पृथ्वी दर्शन
- ० स्वाम्य दर्शन
- जीव रहस्य
- ० रसायन-विद्या
- ० यंत्रविद्या
- ० कृषिविद्या
- परमाणु-दर्शन
- ० गणितविद्या
- ० विज्ञान मानव और मूल्य

कुल ३० ग्रन्थ

हरेक पुस्तककी कीमत रु २०-०० (Rs 20-00) + पोस्ट चार्ज रु २-०० (Rs 2-00)

प्रसिद्धता -

राधाकृष्ण प्रकाशन

2 अन्सारी रोड, दरियागंज

दिल्ली - 6

अनुक्रमणी

खंड : १

मानव एवं ब्रह्मांड	१ :	१
घर और पड़ोस	२ :	११
हमारा जगत	३ :	१८
ग्रहपति सूर्य	४ :	२४

खंड : २

तारकतेज और वर्ग	५ :	३१
ताराविश्व समृद्धि	६ :	३७
मंदाकिनी विश्वका स्वरूप	७ :	४४
तारकजीवनपंथ	८ :	५०
नजदीकके ताराविश्व	९ :	६०
ताराविश्व : प्रकार और द्रव्यसंचय	१० :	६७
ताराविश्व : वितरण और वेग	११ :	७७
ताराविश्वोंकी उत्क्रांति	१२ :	८६

खंड : ३

रेडियो खगोल	१३ :	९६
रेडियो-संकेत और विश्व	१४ :	१०४
सौर जगतका रेडियो दर्शन	१५ :	११५
आभासीन तारे और स्फोटक विश्व	१६ :	१२२

खंड : ४

ब्रह्मांडका विश्ववैचित्र्य	१७ :	१२९
ब्रह्मांड और उसकी उत्पत्ति	१८ :	१३६
ब्रह्मांड और जीवसृष्टि	१९ :	१४२

खंड : ५

खगोलकी प्राचीन विरासत	२० :	१५६
प्राथमिक खगोलशास्त्र	२१ :	१७६
पंचांग और समय	२२ :	१८८

खण्ड ६

आराग दशन	२३	२००
वेधशाला और यज्ञ-१	२४	२३३
वेधशाला और यज्ञ-२	२५	२८३
अनरिक्षीय अनरमापन	२६	२५४
मशोधकी पण्डरी	२७	२६१

परिशिष्ट

स्थानीय विद्वज्जुष	१	२६६
विद्वान् अन्य विद्वज्जुष	२	२६७
आराग दर्शन - मामवार	३	२६८

चित्रप्लेट

चन्द्र (पृथ्वी परसे दशन)	१	मुम्बचिन
चन्द्ररा दूधरा पाथ		
(अवशगमयान द्वाग)	२	=
पृथ्वी दर्शन		
(३५ हजार किलोमीटर दूरीसे)	३	२०
पृथ्वी दशन		
(मवा लाग किलोमीटर दूरीसे)	४	२१
वक्र निहारिका	५	३८
मृग निहारिका	५	३८
मयघर निहारिका	६	३९
त्रिकोण तागविद्व	६	३९
मे ८१	७	७६
देवमानी ताराविद्व	७	७६
नराद्व अ	८	७७
मे ८२	८	७७
मदाविनी विद्व	९	२३३
दिमट दूरखोल	१०	२३४
मर्किय दूरखोल	१०	२३४
पारिभाषिक शब्द हिन्दी-अंग्रेजी		२६९
विषय-सूची		२७०

१. मानव एवं ब्रह्मांड

हमारी पृथ्वीके चारों ओर आकाश छाया हुआ है तथा इस आकाशमें सूर्य, चन्द्र और अनेक तारे प्रकाशित हैं। आदि मानवसे लगाकर आज तकका मानव समुदाय इन आकाशीय पदार्थोंको गतिशील देखता आया है। सभी युगों और सभी जातियोंकी आकाश-निरीक्षणकी एक-सी पद्धति होते हुए भी, इन आकाशीय पदार्थोंके अस्तित्व तथा उनकी गति-विधि संबंधित उनके निश्चित अनुमान क्रम-क्रमसे परिवर्तित होते रहे हैं।

प्राचीन कालके मनुष्योंका ज्ञान अर्वाचीन लोगोंकी भांति व्यवस्थित व विकसित नहीं था। इसके अतिरिक्त इनके ज्ञानोपासनाका क्षेत्र भी मर्यादित था। आदि मानवोंका ज्ञान सूर्य, चन्द्र तथा तारों तक ही सीमित था। प्राचीन लोग पृथ्वीको स्थिर एवं सूर्य, चन्द्र व तारोंको पृथ्वीके चारों ओर घूमते होनेमें विश्वास करते थे तथा आज भी बहुतसे लोग ऐसा मानते हैं। वे यह भी मानते हैं कि जिस शेषनाग, कच्छप अथवा हाथी पर पृथ्वी अवस्थित है, उनके



१७२४ का सूर्यग्रहण : पेरिस

डोलनेसे ही पृथ्वी पर भूचाल आता है। सूर्य और चन्द्रके ग्रहण, राहु और केतु नामक राक्षसोंके कारण होते हैं। यह कथा ठेठ पुराणकालसे प्रारम्भ होकर आज तक चली आ रही है।

मानव एवं ब्रह्मांड : १

सूर्य और चन्द्रका ग्रहणमे छुटानेके लिए पटाके छोड़ने, ढोल व नगाड़े बजाने, दरवाजे व पतवारोको गड़सडाने, बटूके व तोपोंको छोड़ने, बड़े जारमे चिल्लाकर कोलाहल करने आदि अनेक प्रकारके उपाय आज भी अनेक देशोंमें उपयोगमें लाए जाते हैं। भारतकी भांति सुमात्रा और अनेक देशोंमें ग्रहणको प्रत्यक्ष न देखनेकी प्रथा है। मूल्य व चन्द्रग्रहणके समय यदि गर्भवती स्त्री घरसे बाहर निकले तो उसके गर्भके हरण हो जानेका बहम जाज भी प्रचलित है।

जैसा ग्रहणका वैसा उत्का और धूमकेतुका भी है। प्राचीन जातियोने धूमकेतुका दशन अमंगल माना है और बहुतसे लोग आज भी ऐसा मानते हैं। तारेके टटने पर हममें से बहुतमें

लोग ऐसा मानते हैं कि किसी महान पुष्पकी मृत्यु हुई है। इसके विपरीत अफीकाकी कई जानिया मानता है कि जब किसी महान मनुष्यकी मृत्यु होनी है तो उसकी आत्मा तारका रूप धारण करती है। हमारे देशमें भी मृग और व्याध, ध्रुव, मन्वि आदिकी इसी प्रकारकी कथाएँ प्रचलित हैं।

यह मान्यता कि तारे और ग्रहों पर मनुष्यका भाग्य अवलम्बित है, आज भी सार्वत्रिक है। इतना ही नहीं, पर इस मान्यताके कारण तारा अथवा ग्रहोंको अच्छा या बुरा माना जाता है। ग्रहोंकी भांति चन्द्रको भी



धूमकेतु दर्शन

कितने ही लोग अच्छा बुरा मानने हैं। किसी महान मनुष्यकी मृत्यु पर चन्द्र सखाव तथा हायमें लिए गए कार्यको जब सफलता मिलती है तो चन्द्र अच्छा, ऐसा माननेका इस प्रदेशमें रिवाज है। दिनोको भी इसी प्रकार अच्छा बुरा माननेका रिवाज अनेक स्थानों पर प्रचलित है। जावामें सोम तथा शुक्रवार उत्तम माने जाते हैं। विवाहके लिए ये लोग सोमवार पसंद करते हैं। अन्य एक टापूमें विवाहकी सफलताके लिए कृष्णपक्षका बालचन्द्र और शुक्रवारका सुमेल बिठलाया जाता है। पूणिमाके आसपास जन्म लेनेवाले बालकको भाग्यशाली व अमावस्याके आसपास जन्म लेनेवाले बालकको दुर्भाग्य माननेका रिवाज पाश्चिम देशमें प्रचलित है। मूल नक्षत्रमें जन्म लेनेवाले बालकका मुँह नहीं देखनेका हमारे यहाँका रिवाज भी ऐसा ही है न।

सांख्य और मंडली विद्याओंके लिए होमा जाति द्वारा किया जानेवाला चन्द्रप्रयोग बड़ा भयंकर है। निजके लाभ व सामनेवालेकी हानिके लिए किये जानेवाली इस विधिमें चन्द्रविग्रहोंको एक कटोरेमें घोला जाता है। पानीमें घोला गया चन्द्र, परिवारके किसी सदस्यका वलिदान लिए बिना नहीं लौटता। वलिदान द्वारा प्रसन्न होने पर चन्द्रजल इतना शक्तिशाली बन जाता है कि इसके द्वारा घरकी कोई भी स्त्री शत्रुपक्षकी वधपरंपराको जड़मूलसे नष्ट करने जैसे

नृशंस कार्य कर सकती है। इसके विपरीत अफ्रीकामे एक और रिवाज प्रचलित है। मृत्युके उपरान्त गांतिचाहक लोग सूर्य-नृत्य कर, निजको सूर्यके समर्पण कर देते हैं। इसी प्रकार मृत्योपरान्त अज्ञात जगतमें (प्रकाश प्राप्तिके हेतु वोनियो टापूकी स्त्रियाँ अपने हाथों पर चद्र-गोदना गुदवाती हैं।) पापकर्मोंसे मुक्ति पानेके लिए गणेश-चतुर्थीके दिवस पड़ोसीकी गालियाँ खानेका पश्चिम भारतका रिवाज इसी कोटिका है। दैवीप्रकोपसे वचना असंभव है। देव प्रकोप न करे अथवा इसका प्रकोप कुछ हलका हो इसके लिए देवोंको प्रसन्न करनेके हेतु यज्ञादि अनेक रीतियाँ प्रचलित हैं ही।

भूतप्रेतसे भयभीत न होनेवाली जाति गायद ही इस पृथ्वी पर होगी। भूतप्रेत अवेरेमे अधिक शक्तिशाली होते हैं। प्रकाश होते ही वे गायब हो जाते हैं। इसी कारण प्रखर प्रकाश देनेवाले आकाशीय ज्योतिष्पूजकों भूतप्रेतोंमें उबारनेवालेकी भांति पूजा होती है। शुक्र नक्षत्रका उदय होता देख जादू-टोनेवाले अपने कार्योंको बंद करते दिखाई पड़ते हैं। वे यह मानते हैं कि शुक्रके पीछे ही सूर्य आता है और सूर्यके प्रकाशमें उनके मन्त्रतंत्र का प्रभाव निष्फल होनेवाला है। आकाशसे टूटते हुए तारेका तेज शुक्रके तारेसे भी तेज होनेके कारण पूजाका अधिकारी हो गया है। ई. स. १८८० में विहारमें एक तारा टूट पड़ा था जिसकी चमकने लोगोंके मन पर गहरा असर किया। परिणामस्वरूप यह तारा जहाँ गिरा था, उसी स्थल पर दो वर्षोंके बीच ही एक मंदिर निर्मित हुआ तथा उल्कादेवीकी पूजा प्रारम्भ हो गई।

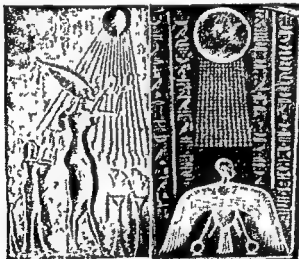
भूतप्रेतोंका सबसे बड़ा शत्रु सूर्य है। संसारके सभी देशोंमें यह माननेमें आया है कि सूर्यके प्रकाशसे भूतप्रेत भाग जाते हैं। इतना प्रतापी होते हुए भी कभी-कभी सूर्य बीमार पड़ता है, ऐसा अमेरिकाकी लेसकोला जातिके लोग मानते हैं। इनकी मान्यता है कि सूर्यको कभी-कभी काला कुष्ठ (सूर्य-कलंक) निकल आता है। रोग दूर करनेके लिए अग्नि प्रज्वलित कर उसमें सूर्यको सेककर जला दिया जाता है। सूर्यके जल जाने पर कितने ही नए सूर्य पैदा होते हैं। ये सूर्य भी उस अग्निमें कूद पड़ते हैं और उनमें से जो निष्कलक प्रमाणित होता है, वह आसमानका सम्राट बनता है। इस मान्यताके विपरीत एक मान्यता और भी है। किसी-किसी समय सूर्य बहुत प्रखर बनकर खूब गर्मी देने लगता है। इसका इलाज करनेके लिए सूर्यको शुक्र द्वारा तीर मरवाया जाता है। वाणविद्ध सूर्य एकदम सज्जनता धारण करता है तथा वह स्वस्थ हो पूजनीय बनता है। सूर्यके साथ धनुषवान लिए मूर्तिवाला शुक्र भी पूजा जाता है।

जिस प्रकार तारोंको देवोंके कल्पित आसन माने गए हैं, इसी प्रकार सूर्य और चंद्रको पितृओंके निवासस्थान माने गए हैं। पितृगण कल्याणकारी हैं। कल्याणकारियोंका कालांतरमें पूजन अर्चन होना ही चाहिये। इनको भी प्रसन्न करना ही पड़ता है। बौद्धीच टापूमें 'मै चद्रलोकमें जाता हूँ' नामक पितृपूजा चलती है। पितृओंकी पूजा करनेवालोंकी उन्नति होती है, ऐसी इसकी फलश्रुति है। सूर्यकी गर्मी और उसके प्रकाशमें रोगीको स्वस्थ करनेकी शक्ति निहित है। बीमार जल्दी रोगमुक्त हो जायँ, ऐसी कामना होना भी स्वाभाविक है। पितृलोकको प्रसन्न करनेकी बात संभवतया इसी कारण व्यापक बनी होगी। मनुष्य गोत्र वंश द्वारा पहचाने जाते हैं। नाम वतलानेमें भी गुरुजनोंकी महत्ताका, पितृओंको प्रसन्न करनेका

खाल रखा जाता है न! रही तारोकी बात! तो ये सप्त सूर्य व चंद्रकी अपेक्षा बहुत अधिक ऊँचे होनेसे अपने लिए पथप्रदर्शनका कार्य करते रहते हैं।

मनुष्य बुद्धिशाली जीव है। चमत्कारोकी कार्यकारणके ढंग पर जोड़कर, उपर्युक्त कथनानुसार गाया, दत्तकया, वहम एव खिवाजोके अतिरिक्त मनुष्यने कल्पनाओंके ऐसे जाल गूँथे हैं कि इन चक्षोमे बाहर लानेके लिए विज्ञानको एक लम्बी मजिल तय करनी पड़ी है। अत्यन्त प्राचीन कालमें सत्यके वास्तविक स्वरूपका दर्शन वैज्ञानिक रीतिसे नहीं, परन्तु तरंगी अथवा काव्यके स्वप्निल पक्षों पर उठकर किया जाता था। पृथ्वीतल पर विचरते मनुष्यकी दृष्टि आकाशकी ओर जाना स्वाभाविक है। पृथ्वी परके दृश्योंसे आकाशीय दृश्य अधिक भव्य व चित्तानर्पक हैं इसीलिए यह नितांत स्वाभाविक है कि मनुष्यने इस ओर अधिक ध्यान दिया हो। जीववृष्टिमें आत्मा और चेतनाका संचार करनेवाले सूर्य, चंद्र और तारे, इस कारण यदि पूज्य माने गये हों तो इसमें आश्चर्य जैसा कुछ भी नहीं है।

सूर्यके उदय व अस्त होनेकी नियमितता आश्चर्य उत्पन्न करे जैसी है। प्राचीन कालमें लोगोको यह ज्ञान नहीं था कि सूर्य रात्रिमें कहाँ जाता है। लोगोने मान लिया था कि उदय होनेके पूर्व सूर्य समुद्रमें डूबा रहता है। डूबा हुआ सूर्य समुद्रसे किस प्रकार बाहर आता है,



इन्द्रियसे संज्ञा

इसका उन्हें ज्ञान न था। मनुष्यने इसलिए ऐसी कल्पना की कि देवता सूर्यका समुद्रके बाहर निकालते हैं। ऋग्वेद सहितानें इस आसयकी ऋचा निम्नांकित है -

यदेवा यतयो यथा भुवनान्यपिन्वत ।

अत्रा समुद्र आ गूळहमा सूर्यमजमर्तन ॥ ऋस १०।७२।७

[हे देवताओं]

आपने समुद्रमें डूबे हुए सूर्यको बाहर निकाला है।]

इस भावार्थका कि अस्त होता हुआ सूर्य अपने तेजको अग्निमें स्थापित करता है, तैत्तिरीय ब्राह्मणका एक मंत्र उदाहरणके लिये नीचे दिया जा रहा है :-

अग्नि वावादित्यः सायं प्रविशति ।

तस्मादग्निर्दूरान्नक्तं ददृशे ॥ तै.वा. २।१।२।९

[सूर्य शामको अग्निमें प्रवेश करता है, इसीलिए अग्नि रात्रिको दूरसे देखी जाती है।]

‘उदित सूर्य हमको पवित्र करे’ ऐसी भावना भी एक मंत्रमें है :-

य उदगान्महतोर्णवाद्भिभाजमानः सरिरस्य मध्यात् ।

स मा वृषभो रोहिताक्षः सूर्यो विपश्चिन्मनसा पुनातु ॥ तै.आ. ४।४२।५

[महान समुद्रमें पानीके बीचसे उत्तम रक्तलोचन देदीप्यमान सूर्य उदित हुआ है। वह हमको पवित्र करे।]

सूर्यके त्रिरूप दर्शन—प्रातःकाल उदित होना, दोपहरमें मध्याकाशमें जाना और संध्या समय अस्त हो जाना—विराट (वामन) के तीन कदम भरने जैसा ही चमत्कार है। इस परसे प्रशस्ति निर्मित की गई कि अप्रतिहत सत्य द्वारा संचालित संपूर्ण आकाशीय व्यवहार अवर्णनीय है। अहोभाव, सौंदर्यदर्शन एवं विषयके कार्यकारणसे संबंधित मानवबुद्धि धीरे धीरे विकसित होती गई और परिणामस्वरूप सूर्यनमस्कार, गायत्रीमंत्र तथा सूर्यपूजा (सूर्य-मंदिर) का आविर्भाव हुआ।

चंद्रकी बात तो और भी अनोखी है। चंद्र, कलाएँ प्रदर्शित करनेवाला आकाशीय पदार्थ है। चंद्र-कलाओंसे ही प्रजापतिकी सत्ताईस कन्याओं (नक्षत्रों) वाली सुन्दर कल्पनाका उद्भव हुआ। इतना ही नहीं, इन कलाओंके आधार पर अनेक व्रत, त्योहार आदिकी रचना भी हुई, जिनमें ग्यारस और पूर्णिमाके व्रत, सर्वत्र प्रतिष्ठित हुए हैं। समयकी गणनाके हेतु कलायुक्त चंद्रकी ओर लोगोंका ध्यान जल्दी आकर्षित हुआ और पूर्णन्दु से पूर्णन्दु तकका समय (मास) चंद्रका पर्याय बन गया। सूर्यमासा मिथ उच्चरातः (सूर्य व चंद्र एक दूसरेके साथ भ्रमण करते हैं।) और सूर्यमासा विचरस्ता दिवि (सूर्य व चन्द्र आकाशमें भ्रमण करते हैं।) से स्पष्ट है कि ठेठ वेदकालमें चंद्रका एक नाम मास था।

चंद्रके कारण जिस प्रकार सागरमें ज्वार आता है, उसी प्रकार मनुष्यके हृदयमें भी ज्वार आता है। मनुष्यको पागल बना देनेवाली शक्तिवाले चंद्रविषयक अनेक प्रशस्ति व उपा-लम्बके गीत और कविताएँ उपलब्ध हैं। संसारकी प्रत्येक जाति व भाषामें रचित इन गीतों और कविताओंमें चंद्रको अच्छा या बुरा, दोनों प्रकारसे अभिनंदित किया गया है। किसीने चंद्रको रजनीपति कहकर अभिहित किया तो किसीने उसे पृथ्वीसुता कहकर अभिनंदित किया। किसी विरहिणीने चंद्रको अपना हूत माना तो किसी कंजूस धनपतिने चोर। किसीने उसे सुख-कर माना तो किसीने दुःखप्रद। आकाशीय ज्योतिष्पुंजोंमेंसे कदाचित् चंद्र ही ऐसा भाग्यशाली है कि जिसके विषयमें सर्वाधिक कहा गया है। लोकभाषामें भी चंद्रके प्रति मानवने अनेकविधि अपने हृदयस्थित भावोंको व्यक्त किया है :-

मानव एवं ब्रह्मांड : ५

‘वाटडी अभिमारिणीनी घडी वेघडी जजवाळजे हो गज’, अथवा ‘चन्द्रिकाए अमृत मोक्क्या रे वहेन’ तथा ‘कन्यका हु कुठवती, मुज मान मोटी मेदिनी’ और ‘छवोस नारी पग्हरी माटे भोगवे क्षय रोग’ और ‘आसो मासो शरद पूनमनी गज जो, चादलियो ऊण्यो रे सखी मारा चोकमा।’

यह तो कविहृदयकी बात हुई। पर वैद्य, ज्योतिषी या कोमियागर भी पीछे नहीं रहे। वैद्य मानते हैं कि वनस्पतिमें रोगोंका प्रतिकार करनेकी जो शक्ति है उसका कारण ओषधपनि चद्र है। प्रत्येक ऋतुकी खानपानकी व्यवस्था इसको केन्द्रमें रखकर हो की गई है। होलीके दिनमें घने और खीठ फाँकने तथा शरदपूणिमाकी चाँदनीमें दूधपीए खानेका रिवाज भारत भरमें प्रचलित है। चद्रका रंग पीला है। सोनेका रंग पीला है। कीमियागरोंने पारेसे सोना बनानेका जो कठोर प्रयत्न किया है, उसमें भी वनस्पतिके रस द्वारा चद्रमाकी ही कृपा अशेषित है। और ज्योतिषी? वे भी वैद्याके समान आगे बढ़े हैं। ये लोग राशियों व ग्रहों परने मनुष्यकी जिंदगीका भविष्य कहते हैं और ‘कष्टकारक’ ग्रहोंके लिए, अनेक प्रकारके नग पहिनेकी सलाह देते हैं। मनुष्यके भविष्यको कहनेके लिए सामुद्रिक शास्त्रियोंने भी चद्रमा और ग्रहोंका उपयोग किया है। मनुष्यकी हृदयेगीके उठे हुए भागोंको चद्र, मूख, घुघ आदिके पहाड़ों की सजा देकर, इनके द्वारा मनुष्यके स्वभाव व उनके चरित्र आदिके विषयमें भविष्यवाणीकी इनकी रीति अनेक लोगोंका मग्ने-माति मालूम है।

अने रिवाजों और धार्मिक क्रियाओंमें अनेक स्थलों पर विज्ञानका तानाबाना देखनेको मिलता है। दीवाली और देवदीवागीके बीचमें होनेवाली गेहूँओकी युवाई, यागवगीचोंके पीचोंको शामकी भीचा जाना, गर्मीमें धाजरे व सर्दीमें कपासकी खेती, अक्षयतुनीया पर बनाए जानेवाले धागे आदि खेतीविषयक अनेक रीति-रिवाज हैं। विवाहादि सत्कारों तथा अथ शुभ कार्योंके लिए सूर्यके उत्तरायण होने पर बल दिया जाना, ऐसी ही मनोवृत्तिका सूचक है। भीष्मपितामहने भी उत्तरायणने दिनोंमें जो प्राणत्याग करता पसंद किया था, उसके पीछे भी यही तत्त्व भागिन है।

वहमी और रिवाजोंकी इन दुनियामें चद्र और सूर्यके ग्रहणोंको विशिष्ट अधिकार प्राप्त हैं। अधिकांशतः ये मयोत्पादक हैं। महाभारतके युद्धके प्रारम्भ होनेके पूर्वके प्रथम मासमें चद्र और सूर्यके ग्रहण हुए थे और वे भी ज्वलित साढ़े तेरह दिनोंके अन्तर पर। इस घटनाको घोर मानवमहारका सूचक माननेमें आया था। ग्रहणभीरु जनताकी मनोदशाका अनुचित लाभ उठाकर मित्रकी स्वार्थमिद्धि करनेवाले अनेक पादरियो-मुजारियोंके दुष्टान्त इतिहासके पृष्ठों पर आगेवित्त हैं। इसने विचरीत ऐसी ही मानसिक प्रवृत्तिका लाभ उठाकर प्राण बचानेके भी अनेक प्रसंग भी जाननेको मिले हैं। ई. स. ५८४ पूर्व, लीडिया और मीडियाके बीचके युद्धका पाँचवाँ वर्ष था। मूकार युद्ध चल रहा था। इननेमें एकाएक सूर्यका स्वप्न ग्रहण हुआ और दिवस रात्रिमें बदल गया। इस देवी प्रकोपने दोनों इनने भयभीत हुए कि उन्होंने युद्ध रक्वा दिया और मघि कर, एकत्रित हुए। ग्रहणप्रवण वर्वाचीन उदाहरण कोलम्बसका है। जब वेस्ट इंडीज टापुओंमें वहाँके आदिवासियोंने कोलम्बसके विरुद्ध सघर्ष प्रारम्भ किया तो कोलम्बसने उन लोगोंके कहा कि उनके दुष्टत्वके कारण चद्रमा कुपित हुआ है और इसीलिए वह आज

(२९ फरवरी १५०४ को) दर्शन नहीं देगा। कोलम्बसकी भविष्यवाणी सच्ची साबित हुई और वह एक बड़ी विपत्तिसे पार हो गया।

उपर्युक्त उदाहरणोंसे एक बात फलित होती है कि भयोत्पादक और आश्चर्यजनक प्राकृतिक घटनाओंको उनके यथावत् रूपमें देखने तथा उनको कार्यकारण रूपमें योजित करनेवाला एक छोटा पर बुद्धिवाली वर्ग सदा कार्यशील रहता आया है। जंगली और सम्य जनतामें से ऐसे अनेक कल्पनाशील मनुष्य अवकाशीय आवागमनका—चंद्र, सूर्य और तारोंके उदयास्त, ग्रहण एवं उन्मीलन, ग्रह, धूमकेतु, उल्का, मेरुज्योति, आकाशीय जलचक्र आदिके दर्शन तथा लोपका रहस्य प्राप्त करनेके लिए वैज्ञानिक मार्ग पर कूच कर रहे थे। कवियों, साहित्यकारों, ज्योतिषियों आदिके समान वे भी प्राकृतिक छटाका मुग्धभावसे आनंदोपभोग करते थे। उनकी दृष्टि थोड़ी भिन्न थी पर ये सभी उपासक ऐसा मानते थे कि दृश्य जगतका संचालन करनेवाली कोई अदृश्य शक्ति कार्य कर रही है, जिसकी सत्ता सबके भलेके लिए है। इस प्रतीतिके साथ ही उन्होंने इस शक्तिको ब्रह्म कहा है और उसके कार्यक्षेत्रको ब्रह्मांड घोषित कर इसके भेद समझनेका प्रयत्न किया। ये समस्त प्रयत्न ही खगोलशास्त्रकी नींव बने, जिनमेंसे अंकुरित वृक्ष, विकसित हो आधुनिक युगका विशिष्ट विज्ञान बन गया।

आकाशीय ज्योतिष्युंजोंके विज्ञानका उद्भव सर्वप्रथम कहाँ और कब हुआ, इसकी विशेष जानकारी अभी तक उपलब्ध नहीं हो सकी है। जिन देशोंमें इसका प्रारम्भिक विकास हुआ, वे देश भारत, चीन और खालिडया हैं। ज्योतिषशास्त्र या खगोलशास्त्र तीन सहस्र वर्षोंसे भी अधिक पुराना विज्ञान है। दिशा और समय नापनेके कार्यको करनेवाले प्रारम्भिक विज्ञानकी भाँति जन्म ले, यह विज्ञान आज तारे और तारा-विश्वोंके भेदोंका उन्मेष करनेवाला विशिष्ट विज्ञान बन गया है। तारे क्या हैं, उनकी कुल संख्या कितनी है, हमसे वे कितने दूर हैं, दिनको ये दिखाई क्यों नहीं पड़ते, सूर्य-चंद्रके उदय-अस्तके स्थान किन कारणोंसे बदलते रहते हैं, ग्रहण क्यों होते हैं, महीने और वर्षका संबंध क्या है आदि प्रश्नोंका निराकरण ढूँढ़नेके लिए खगोलशास्त्रका उद्भव हुआ। खगोलशास्त्रका प्रारम्भिक विकास उसके आजके विकास जैसा क्षिप्रगामी एवं दूरगामी न था। सूर्य गर्मी और प्रकाश देता है। इसके इन शक्तिस्रोतोंका स्पष्ट खयाल आजसे एक शताब्दी पूर्व मनुष्य को न था। पृथ्वीको हम एक ग्रह समझते हैं, पर उसके ग्रह होनेके तथ्यको खगोलशास्त्रके इतिहासमें बहुत बादमें स्थान मिला है। आकाश स्थित तेजदूत तारोंके आंतरिक कलेवर संबंधी और ऐसे ही उनकी गर्मी-निक्षेपनकी बात अभी कल तकका शोध ही माना जाता है। आकाशीय ज्योतिष्युंजोंसे संबंधित मनुष्य द्वारा अर्जित ज्ञान मनुष्यकी अनेक पीढ़ियोंके भगीरथ प्रयत्नका सुफल है। इस स्थिति तक पहुँचते मनुष्यको सुदीर्घ यात्रा करनी पड़ी है। यह यात्रा पृथ्वीसे सूर्य, तारे, ताराविश्व और अनंतगायी ब्रह्मांडकी क्रमिक शोधवाली होनेके अतिरिक्त विराटके दर्शन करानेवाली यंत्र सामग्रीके निर्माणकर्ता मनुष्यकी बुद्धिकी चरम उत्कृष्टताको दर्शानेवाली भी है।

हम अवकाश-यात्री हैं, ऐसा यदि कोई कहे तो हमको यह बात थोड़ी विचित्र लगेगी। इस बातको शायद हम हँसकर भी छोड़ दें। अवकाशमें चलनेवाले अथवा खिसकनेवाले

मानव एवं ब्रह्मांड : ७

पदार्थोंको यदि हम अवकाशयान कहें तो हमारी पृथ्वी भी एक अवकाशयात्रा है। हमें साथमें रखकर, पृथ्वी प्रति घंटे लाख किलोमीटरकी गतिमें सूर्यको प्रदक्षिणा करती है। पृथ्वी परसे छोड़े जानेवाले अवकाशयानोंके वेगके मुकाबिलेमें पृथ्वीका वेग ढाई गुना अधिक है।

पर कहा पृथ्वी और वहाँ हमारे द्वारे छोड़े हुए अति छोटे अवकाशयान। मनुष्यनिर्मित अवकाशयानोंकी समक्षतामें पृथ्वी अत्यधिक विस्माल है। अपने इस प्राकृतिक अवकाशयानका व्यास साढ़े बारह हजार किलोमीटर है। और वजन? पृथ्वीका वजन साढ़े छ हजार अरब टन है। अस्सी अरब टन वजनवाले चद्रको अपने चारों ओर फिरानेवाली पृथ्वीके सामने कुछ टन वजनवाले अवकाशयानोंकी क्या विप्रात!

तो क्या पृथ्वी आकाशका सर्वाधिक बड़ा पदार्थ है?

आकाशमें सूर्य, चंद्र, तारे और ग्रह आए हुए हैं। सभी-सभी उल्का और धूमकेतुके दर्शन भी होते हैं। ये सभी ज्योतिष्पुत्र एक-मे नहीं हैं। अपने पीछे एक चमकती रेखा बनाकर विलुप्त हो जानेवाली उल्का (दूटता हुआ तारा) पृथ्वीकी तुलनामें बिल्कुल सूक्ष्म पदार्थ है। कुछ अपनादोको छोड़ कर, अधिकांश उल्काएँ राईसे लेकर नारियल जितनी बड़ी होती हैं। पर तारोंकी वान अलग है। तेजबिंदु जैसे प्रनोत होंते तारे वास्तवमें छोटे-मोटे सूर्य हैं। पृथ्वी जैसे तारे भी हैं परन्तु उनकी सख्या अति स्वल्प है। अधिकांश तारे पृथ्वीसे अनेक गुना बड़े हैं। अति विराट तारे तो सूर्यसे लाखों गुना बड़े हैं। अपने ताराविद्वका सबसे बड़ा अति विराट तारा सूर्यसे पचास करोड़ गुना बड़ा है।

कहाँ तारे और वहाँ पृथ्वी? पर इतनेसे ही वान समाप्त नहीं होती। तारे आकाशके कोई मजसे बड़े पदार्थ नहीं हैं। तारोंमें बड़े ताराबादल हैं और उनसे भी बहुत बड़े हैं ताराविद्व।

जिस प्रकार पृथ्वी, ग्रह, उपग्रह और धूमकेतु आदि मिलकर और-जगतका निर्माण करते हैं उसी प्रकार अनेक तारा-परिवार मिलकर ताराविद्व बनाते हैं। सूर्य जिस ताराविद्वका सभ्य है, उसका नाम है आकाशगंगाविद्व। हम इसकी मरानिनीविद्व कहेंगे।

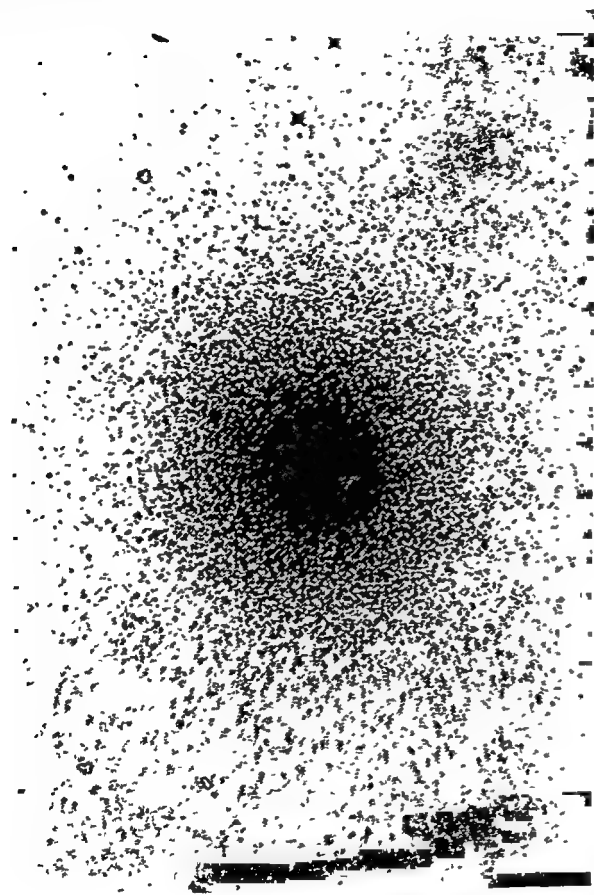
निर्मल अघेरी रात्रिको यदि हम आकाशकी ओर दृष्टि डालेंगे तो प्रकाशसे लीपा हुआ सा एक पट्टा दिखाई देगा। ये सफेद पट्टा तारोंके बादलका है। तारोंसे निमित्त इस पट्टेको मरानिनी, स्वर्गगंगा या आकाशगंगा कहा जाता है। आकाशके अन्य तारोंकी भांति आकाशगंगाके तारे बिखरे हुए नहीं हैं, वही थोड़े अंतर पर तो वही अत्यन्त सटकर अवस्थित हैं। सटे हुए तारोंके कारण ही आकाशगंगाका रूप अत्यन्त उज्ज्वल दिखाई देता है।

उज्ज्वल ताराबादलोंके अलावा आकाशगंगाके पाटमें अनेक स्थलो पर दयाम और श्वेत बायुवादल आये हुए हैं। श्वेत बायुवादल तारोंके प्रकाशका परावर्तन कर चमकते हैं पर दयाम बादल इस तरह नहीं चमकते हैं। आकाशगंगाका पाट जहाँ कालिमा दिवाता है वैसे सभी स्थानों पर दयाम बायुवादल आए हुए हैं। वैज्ञानिकोंका कहना है कि आकाशमें अवस्थित ये श्वेत बायुवादल निष्प्रयोजन नहीं हैं। इनमेंसे कई तो तारोंको जम देनेवाले उद्भवस्थान या निहारिकाएँ हैं।

८ ग्रहाड दर्शन

आकाशगंगाके बाहर फैला हुआ ताराजगत आकाशगंगाके पाट जैसा सघन नहीं है। ऐसा होते हुए भी किसी-किसी स्थान पर थोड़े तारे एक-दूसरेसे सटे हुए होनेसे तारागुच्छ रचते दिखाई देते हैं। पर इनकी इस प्रकारकी भीड़ आँखको खटकनेवाली नहीं है। कृत्तिका और शौरिके तारागुच्छ इसके सुन्दर उदाहरण हैं।

अनेक तारों, तारागुच्छों, तारावादलों और निहारिकाओंसे मिलकर जो ताराविश्व बनता है वही अपना ताराविश्व अथवा मंदाकिनीविश्व है। अपना यह ताराविश्व वास्तवमें अत्यन्त विशाल



शौरि तारागुच्छ

कुल मिलाकर सौ अरब ताराविश्व आए हुए ह। उनमेंसे प्रत्येककी औसत तारासमृद्धि सौ अरब सूर्यकी है! सौ अरब ताराविश्वोंवाला ब्रह्मांड कितना विराट होगा!! अकल्पनीय क्या है न?

ब्रह्मांडका वास्तविक वैभव इसके तारों अथवा ताराविश्वोंका न होकर शून्य या अवकाशका है। अरबों ताराविश्वोंको समाहित करनेवाला ब्रह्मांड वास्तवमें खाली है!

ताराविश्व है। इसके एक किनारेसे निकल कर दूसरे किनारे तक प्रकाशको पहुँचते एक लाख वर्ष लगते हैं। ऐसा यह ताराविश्व संपूर्ण गोलाकार नहीं है। यह फूली हुई पूड़ीकी भाँति है, जिसके मध्यभागकी मोटाई पंद्रहसे बीस हजार प्रकाशवर्ष है।

यहाँ यह पूछा जा सकता है कि अपने ताराविश्वकी संपत्ति कितनी है? मंदाकिनी विश्वकी तारासंपत्ति बहुत अविश्वसनीय अथवा अत्यधिक है। सूर्यको सामान्य तारा मानकर चलें तो मंदाकिनी विश्वके समस्त तारोंका द्रव्य सौ अरब सूर्य जितना होगा।

प्रश्न उठ सकता है कि क्या मंदाकिनीविश्व आकाशका सबसे बड़ा पदार्थ है? आश्चर्यकी बात तो यह है कि आकाशमें एक नहीं लेकिन छोटे-मोटे

उपर हमने भद्राविनीविश्वके तारोंकी बात की। ये सभी एन दूसरेमें कितने अन्तर पर होंगे? आप कदाचित् यह कहें कि पृथ्वीमें भूय जितने अन्तर पर या अधिक ये अधिक हमने पञ्चम गुना अन्तर पर होंगे। परन्तु वास्तविकता यह नहीं है। तारे एकदूसरेमें लगभग चार प्रकाश वर्ष जितनी दूरी पर आए हुए हैं। सूर्य और पृथ्वीके हिसाबसे यह दूरी तीन लाख गुना है। तात्पर्य यह है कि यदि किन्हीं दो तारोंके बीचके स्थलको भरना हो तो उसके लिये तीन करोड़ सूर्योंको एन पकितमें खड़ा रहना पड़े। पृथ्वीके द्वारा यदि यह अन्तर पाटना हो तो सदा तीन अरब पृथ्वियोंके एन सेनुका निर्माण करना पड़े।

तारोंके बीचका स्थान वास्तवमें रिक्त है या नहीं?

और फिर, ताराविश्वके बीचके अन्तरोंका क्या?

ताराविश्व एकदूसरेमें वीम एग्व प्रकाश-वर्ष अन्तर पर आए हुए हैं। दो ताराविश्वोंके बीचका अन्तर सूर्यसेतु द्वारा जोड़ना पड़े तो पंद्रह हजार अरब सूर्योंकी आवश्यकता पड़े। तात्पर्य यह है कि किन्हीं भी दो ताराविश्वोंके अन्तरको पाटनेके लिए डेढ़ सौ ताराविश्वोंके सभी तारोंको एक पकितमें रखना पड़े।

मगर ऐसा करते समय डेढ़ सौ ताराविश्व नामसेप होकर उनके स्थान पर शून्य ही हो जाय न?

अब मैं यदि ऐसा कहूँ कि ब्रह्मांडमें सौ अरब ताराविश्व होने हुए भी इसका ९९.९% भाग विलकुल खाली है तो आश्चर्य नहीं होगा न? अब दूसरा प्रश्न यह उठता है कि क्या ब्रह्मांडकी क्या बेकठ विराट की ही क्या है?

ब्रह्मांडमें तारे हैं और उनके प्रकाशमें अवरोध उत्पन्न करनेवाले धूलिकण जैसी छोटी वस्तुएँ भी हैं। तारे जबकि विराट हैं तो धूलिकण बामन तो भी इन दोनोंके निर्माण करनेवाले मूलभूत उपादान एक समान ही हैं। ब्रह्मांडके मारे पदार्थ सूक्ष्म परमाणुओंमें निर्मित हैं। इसीलिए ब्रह्मांडकी यह क्या सूक्ष्मकी भी क्या है।

तारों और ताराविश्वोंका अपना यह ज्ञान दूरबीनोंके द्वारा ही प्राप्त किया हुआ है। ये दूरबीनें आभासीय ज्योतिर्विषय प्रकाशको ग्रहण कर, उसका विस्तारण करती हैं। प्रकाशके कण अत्यन्त सूक्ष्म हैं और इसीलिए इनके द्वारा व्यक्त होती ब्रह्मांडकी क्या भी सूक्ष्म से विरचित विराटकी क्या है।

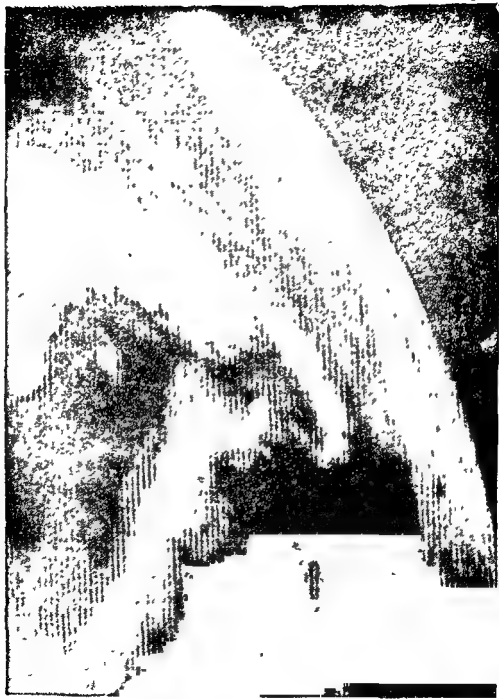
ब्रह्मांडदर्शन सूक्ष्म और विराट की संयुक्त क्या है।

२. घर और पड़ोस

जिस पृथ्वी पर हम लोग रहते हैं, वह इतनी बड़ी है कि इसके विषयमें हम संपूर्ण ज्ञान प्राप्त नहीं कर सके हैं। पृथ्वी गोल है—यह हम जानते अवश्य हैं, पर इसके वास्तविक आकारका ख्याल अवकाशसे देखे बिना नहीं आ सकता। पृथ्वीसे दूर, अवकाशमें जाना अब संभव बना है। भूतकालमें यह कल्पनातीत था। तो भी आश्चर्यकी बात तो यह है कि क्षितिजमर्यादाके आधार पर, पृथ्वीके गोलाकार होनेका ज्ञान प्राचीन कालके लोग जान सके थे। आज रॉकेटोंमें ऊँचे चढ़कर और पृथ्वीके फोटो लेकर, उसके गोलाकार रूपको प्रमाणित किया जा सका है। पृथ्वीकी गोलाईको नग्न नेत्रोंसे देखनेका सर्वप्रथम सौभाग्य, अवकाशयानमें प्रदक्षिणा करनेवाले अवकाशयात्रियोंको प्राप्त हुआ है।

किसीसे ऐसा पूछा जाय कि पृथ्वीके मुख्य विभाग कौन-कौनसे हैं तो उत्तर मिलेगा कि जमीन और पानी। सच तो यह है कि ये दोनों पृथ्वीके गोलेकी सतहके भाग हैं। पृथ्वीके दो मुख्य विभाग तो पृथ्वीका गोला और पृथ्वीका वातावरण हैं। पृथ्वीका वातावरण पृथ्वीसे १००० कि. मी. ऊपर तक फैला हुआ है। यह वातावरण पृथ्वीसे मजबूतीसे चिपटा हुआ है। पृथ्वी अपनी धुरी पर पश्चिमसे पूर्वकी ओर प्रति घंटा १६०० कि. मी. के वेगसे भ्रमण करती है। इतनी तेज गतिसे भ्रमण करते हुए भी पृथ्वीका वातावरण आकाशमें छटक नहीं जाता। पृथ्वी अपने गुरुत्वाकर्षणकी शक्ति द्वारा उसे बराबर पकड़े रखती है। पृथ्वीसे अलग होकर आकाशमें भाग कर चले जानेके लिए, इसको प्रति सेकंड ग्यारह कि. मी. अथवा प्रति घंटा लगभग चालीस हजार कि. मी. (पृथ्वीके अक्ष भ्रमणसे २५ गुना) के प्रबल वेगकी आवश्यकता पड़ेगी। सूर्यचंद्रकी प्रदक्षिणाके लिए छोड़े गए अवकाशयानोंके अतिरिक्त अन्य सारे रॉकेट और कृत्रिम चंद्रोंका पलायन-वेग भी उपर्युक्त वेगसे कम है।

विद्वानोंका कहना है कि पृथ्वीका आजका वातावरण इसका मूल वातावरण नहीं है। पृथ्वीका जन्म हुआ तब वह वायु रूपमें थी। बादमें ठंडी होकर जब इसने द्रव रूपको प्राप्त किया तब ठंडी नहीं हो सकनेवाली वायुएँ इसका वातावरण बन गईं। पर यह स्थिति अधिक लम्बे समय तक नहीं टिक सकी। पृथ्वी तब अपनी धुरी पर अत्यन्त वेगसे परिभ्रमण करती थी। वेगके कारण इसका वातावरण अवकाशमें छटक गया। पृथ्वीका घन कवच इसके अनेक वर्षों पश्चात् बना है। पर तब भी इसके नीचे उबलते हुए प्रवाहित द्रवोंके एकत्रित होनेके कारण, यह कवच बार-बार टूट जाता था। फिर, उस अत्यन्त उष्ण द्रवमें से निरंतर वायुएँ बाहर आती थी और छटक कर आकाशमें चली जाती थीं। कालक्रमसे पृथ्वीके अक्षभ्रमणका वेग कम पड़ा और तब पृथ्वीके भीतरसे बाहर निकलकर तथा अवकाशमें छटककर जानेवाली वायुएँ पृथ्वीकी

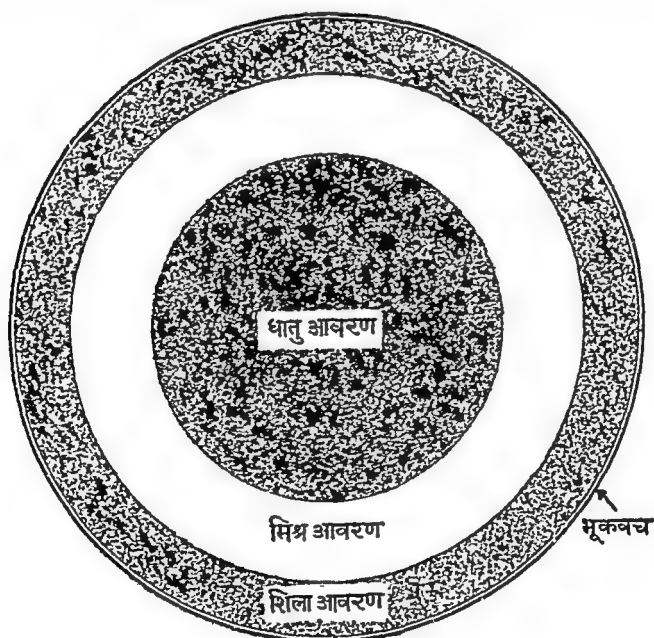


पृथ्वीकी गोलाई (अंतरिक्षसे देखने पर)

पकड़में बंधती गई और इस प्रकार हमारा वातावरण अस्तित्वमें आया। विद्वान लोग मानते हैं कि इस प्रकारकी प्रक्रियामें किरणोत्सर्गी धातुओंका महत्त्वपूर्ण प्रदान है।

वायुयान संचालनमें तथा अन्य अनेक रीतियोंसे उपयोगी होनेवाले वातावरणका यदि वास्तवमें कोई महान उपकार हो तो वह है पृथ्वीकी जीवसृष्टिकी रक्षा करनेका कार्य। यदि वातावरण पृथ्वीको छोड़कर आज ही छटक जाय तो हम एक ही रातमें सर्दीसे ठंडे होकर हिम वन जायें। भाग्यवशात् यदि कोई वच जाय तो दूसरे दिन ही सूर्यकी अल्ट्रावायोलेट तथा अन्य किरणोंसे पीड़ित हो उसे मृत्युको भेंटना पड़े।

वातावरणके मध्यमें आया हुआ पृथ्वीका गोला बारह हजार कि. मी. व्यासवाला बड़ा आकाशीय गोला है। इसकी ठेठ बाहरकी सतह (भूकवच) की वातको यदि हम छोड़ दें तो यह गोला प्रधानतः तीन भागोंमें विभक्त हो जाता है; (१) भूगर्भ, (२) भूगर्भको परिवेष्टित करने-वाला धातु-पत्थरका मिश्रावरण और (३) शिलावरण। पृथ्वीका भूगर्भ ४,८०० कि. मी. व्यास-वाला द्रव पदार्थ है। भूगर्भमें अधिकांशतः धातुएँ हैं, जिनमें लोहा मुख्य है। धातुओंसे बने भूगर्भका घनत्व बहुत अधिक है। पिघली हुई धातुओंवाले इस भूगर्भका सामान्य उष्णतामान पाँच हजार सेन्टिग्रेड अंश माना जाता है। बहुत अधिक उष्णतामानके कारण भूगर्भके भीतरका धातु-द्रव सदैवके लिए प्रक्षुब्ध या उत्पातजनक स्थितिमें रहता है। धातुएँ बहुत सरलतासे विजलीको



पृथ्वीका गोला (भूकवच और अंतराल)

बहन करती है। इन सब कारणोंसे पृथ्वीका यह विराट धातुद्रव डाइनेमोकी भाँति कार्य करता है और पृथ्वीका चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है। पंथशून्य रेगिस्तान हो या विस्तृत बर्फीला

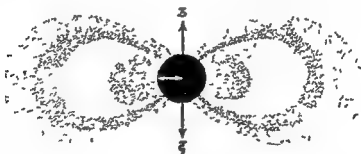
रत, खुला दलदल जैसा प्रदेश हो या अंतिम जलराशिवाला समुद्र, इन मार प्रदेशों में जाना करते समय, जिसकी अपराध महायतामें हम दिखाएँ दृढ़ सकते हैं, वह वाग्नवर्ग पृथ्वीके केंद्रीय भागमें अवस्थित उमलती और उठलती धातुओं द्वारा निर्मित पृथ्वीचुंबक ही है।

पृथ्वी अपने वातावरणको भेदकर अपने प्रभावको बहुत दूर तक पहुँचाती है। कृत्रिम चंद्रो द्वारा मालूम हुआ है कि सूर्यमें उद्भवित, अंतरिक्षमें गतिशील परमाणुमें भी सूक्ष्म और अत्यंत द्रुतगामी विविध प्रकारके इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन जैसे विद्युतकण पृथ्वीके चुंबकीय जालमें फँस जाते हैं। चालीस अक्षांशमें उत्तरके प्रदेशोंमें दिखाई देनेवाली मनोहर मेरुज्योतिषा अस्तित्व भी ऐसी प्रकाशित विद्युतकणोंमें निर्मित है। पृथ्वीके एक ध्रुवमें दूसरे ध्रुव तकके जावागमनकी भागदौड़की स्पर्धामें अनेक इलेक्ट्रॉन मैदानमें उतरे हुए दिखाई देते हैं। एक सेकंडमें भी कम समयमें पृथ्वीके दो ध्रुवोंके बीचके अन्तरको तय करनेवाले इलेक्ट्रॉन मेरुज्योतिकें अनेक स्वरूपोंकी रचना करते रहते हैं।

ध्रुव प्रदेशोंमें छ छ भासने रात-दिन होते हैं, परंतु रात्रिके समय भी मेरुज्योतिकें झलझल प्रकाशमें इस प्रदेशके निवासी अपना दैनिक काप कर सकते हैं।

सूर्यमें उद्भवित होकर अंतरिक्षमें बहते हुए वायुप्रवाहकी 'सूयप्रवात' से संबोधित किया जाता है। इस वायुप्रवाहमें निहित विद्युतभार-प्राप्त सूक्ष्मकणोंको 'आयन' कहा जाता है। जब उपर्युक्त आयनोंको पृथ्वीका चुंबकीय क्षेत्र आत्ममात् करता है तब पृथ्वीके चारों ओर मिश्रितमिल बग्गा, एक प्रकाशित वातावरणका निर्माण हो जाता है।

यह आवरण स्थिर प्रवृत्तिवाला नहीं होता, यह परिवर्तनशील होता है। सूर्य पर होनेवाले उपद्रवोंके समय, यह एकाएक विरूप भी हो जाता है और अदृश्य होनेके पश्चात् थोड़े समयमें



वान एलन पट

। पुन निर्मित भी हो जाता है। उपर्युक्त आवरणको 'वान एलन पट' कहा जाता है। ये पट दो आवरणोंके रूपमें पृथ्वीको आवेष्टित किये होते हैं। एक आवरण पृथ्वीके समीप दस हजार कि.मी. के अन्तर पर अवस्थित है और दूसरा चालीस हजार कि.मी. के अन्तर पर। ये दोनों आवरण एक समान नहीं हैं। हमारे समीपका आवरण प्रोटॉनसे निर्मित है और कुछ सीमा तक वह स्थिर प्रवृत्तिवाला भी है। दूरका आवरण इलेक्ट्रॉनसे बना है। ये दोनों आवरण प्रकृत सहायक शक्ति रखते हैं और मनुष्यकी अंतरिक्ष यात्राके मार्गमें बड़े भयावह हैं।

इसमें कोई भी अतिशयोक्ति नहीं है कि अंतरिक्षमें दूर तक फैले हुए पृथ्वीके हाथ, वान एलन पट'को पार करके ठेठ चंद्रमा तक पहुँचते हैं। चंद्र हमसे पीने चार लाख कि. मी. पर अवस्थित ३२०० कि. मी. व्यासका बड़ा आकाशीय पदार्थ है। यह ज्योति भी पृथ्वीके अधिकारमें है। पृथ्वी इसे अपने चहुँ ओर फिराती है। पृथ्वीके चगुलसे छटकनेका प्रयत्न चंद्र हमेशा करता है, पर इसमें यह सफल नहीं हुआ है। हाँ, एक विषयमें उसे अवश्य सफलता प्राप्त हुई है। पृथ्वी पर ज्वार और भाटा उत्पन्न करके तथा पृथ्वीके अक्षभ्रमणको धीरे-धीरे मद करके वह पृथ्वीके अपनी ओरके आकर्षणको कम कर रहा है। इसकी इस करामातके कारण पृथ्वी और चंद्रमाके बीचका अंतर धीरे-धीरे बढ़ता जा रहा है। कदाचित् चंद्रमाकी चाल, अधिक अंतर उत्पन्न कर छटक जानेका पैतरा होगा, पर वैज्ञानिक मानते हैं कि इसमें इसको सफलता प्राप्त नहीं होनेवाली है। गत चार अरब वर्षोंसे वह निरंतर पृथ्वीका कैदी बना रहा है। अंतरिक्षमें आन्तरग्रहीय यात्रा करनेवाले मानवयात्रियोंने पृथ्वीके जो दर्शन किए हैं, वे अन्य दर्शनोंसे अधिक देदीप्यमान लगेंगे और तब एक नई समझका भी उदय होगा। उन्हें यह मालूम पड़ेगा कि हमारी धरती माता अंतरिक्षमें अकेली नहीं है। इस विचारके उद्भव होते ही, अवकाशयात्रियोंके मनमें, फिर वे किसी राष्ट्र अथवा धर्मके क्यों न हों, नया विश्ववाद जन्म लेगा।



वान एलन

हम लोगोंको सुन्दर दिखलाई देनेवाला चंद्रमा भी वास्तवमें चट्टानोंसे बना आकाशीय पदार्थ है। इसका आकार पृथ्वीका पचासवाँ और पृथ्वीके वजनकी दृष्टिसे अस्सीवाँ भाग जितना है। अंकशास्त्रानुसार चंद्रमाका दल 74×10^6 (७४ के आगे १८ शून्य) टन है। इतना भारी चंद्र अपनी पृथ्वीका उपग्रह है। तात्पर्य है कि चंद्र पृथ्वीके चहुँ ओर लगभग वर्तुलाकार कक्षामें परिभ्रमण करनेवाला आकाशीय पदार्थ है। चंद्रमा अपने कक्षाभ्रमणको जितने समयमें पूर्ण करता है, उसे हम लोग चांद्रमास कहते हैं। पृथ्वी पर आनेवाले ज्वार व भाटोंके कारण इस मासकी लंबाई धीरे धीरे बढ़ती जा रही है। भूतकालमें यह अवधि बहुत कम थी। ऐसा माना जा सकता है कि उस समय पृथ्वी और चंद्र एकदूसरेके अति निकट होंगे। यह विषय तथा साथ ही कि चंद्रमा पृथ्वीके अधिकारमें है आदिका विचार कर ऐसा अनुमान लगाया गया कि चंद्रमाका जन्म पृथ्वीसे हुआ है। स्वयं पृथ्वीका जन्म सूर्यसे हुआ है—इस उपपत्तिकी भाँति यह अनुमान विवादास्पद रहा है। कई वैज्ञानिक यह मानते हैं कि पृथ्वी और चंद्रमा दोनों जुड़वाँ ग्रह हैं और उनका जन्म सूर्यसे नहीं हुआ है।

चंद्रमा पर अनेक ज्वालामुख हैं। उन्हींके कारण चंद्रमाका धरातल चेचकके वर्षोंके समान धब्बेवाला लगता है। पृथ्वीसे चंद्रमाके धरातलके एक ही भागको देखा जा सकता है इसीलिए हम जानते ही न थे कि इसका दूसरा भाग कैसा होगा। परंतु अंतरिक्षयान द्वारा लिए गए

हाथके चित्रोंसे चंद्रमाकी दूमरी ओर भी ज्वालामुख होनेका पता चला है। चंद्रभूमिका यह दृश्य ऐसा दिखाई पड़ता है, जैसे रणक्षेत्रमें बहून अधिक सख्यामें विशालकाय अवकाशीय अस्त्र टूटकर गिरे हों।

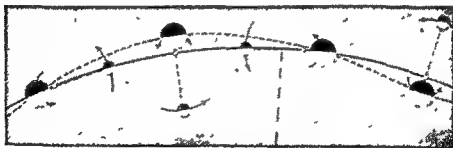
यह अभी तक निश्चित तौरमें नहीं जाना जा सका है कि चंद्रमाके ज्वालामुख किस कारणसे बने हुए हैं। एक समय ऐसा माना जाता था कि चंद्रमाके ये धब्बे शांत हो जानेवाले ज्वालामुखियों-



के हैं। पर, अब ऐसा नहीं माना जाता। चंद्रमा के ज्वालामुख एक ही सरचनावाले हैं जबकि पृथ्वीके ज्वालामुख एक ही सरचना नहीं रखते।

ऐसा माना जाता है कि चंद्रके ज्वालामुखोंके उत्पन्न होनेका कारण आकाशसे चंद्रमा पर टूटकर गिरनेवाली उल्काएँ नहीं बल्कि इन उल्काओंका चंद्रमाकी सतहसे टकरानेके कारण उत्पन्न होनेवाली गर्मी है। पवन उत्पन्न न होते हुए भी गुरुत्वाकर्षणके कारण चंद्रभूमि पर उत्पन्न होनेवाली रजका ऊपरके भागमेंसे नीचेके भागमें परिवहन होता रहता है। चंद्रके मुख्य-मुख्य ज्वालामुखोंको भिन्न-भिन्न नामोंसे अभिहित किया गया है, जिनमेंमें एक ज्वालामुख 'टापको' नामसे जाना जाता है। इसके चारों ओर तेज रेखाएँ फैली दिखाई देती हैं, जो दसमेंसे कूट कर निकली हैं। ऐसा माना जाता है कि रजके परिवहनके समय ये तेजरेखाएँ तरल पदार्थके जमनेसे ठडी बनी हुई रजकोंके कारण हैं।

पृथ्वी-सूर्यका आकाशीय मार्ग

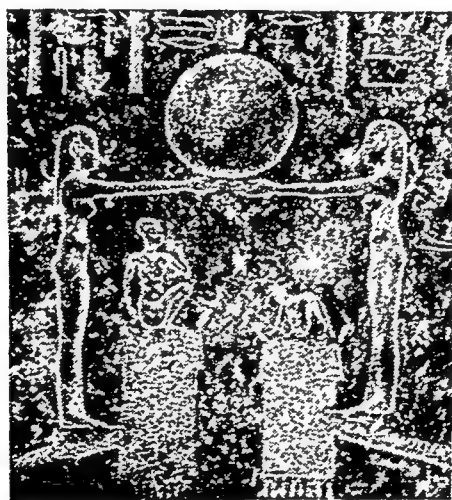


पृथ्वी-चंद्रका आकाशीय मार्ग

वातावरण रहित चंद्रमा बिल्कुल ठडी मृत दुनिया जैसा है। ऐसा होते हुए भी कभी किसी ज्वालामुखके भीतरके दिखाई पड़नेवाले पारस्वर्तन, चंद्रमाके अनराखी आन्तरिक प्रक्रियाकी ओर अगुलीनिर्देश कर जाते हैं।

प्रतिदिन देरीसे उगनेवाला परप्रकाशित चंद्रमा केवल हमारे समुद्रोंमें ही ज्वार उत्पन्न नहीं करता, वह हमारे वातावरण तथा हृदयमें भी ज्वार उत्पन्न करता है। ऐसे ज्वारकर्ता चंद्रमा पर पहुँचनेका प्रयत्न मनुष्य आज पर्यंत कर रहा है। चंद्रमा पर एक अंतरिक्ष-केन्द्र स्थापित कर मनुष्य विश्वकी अनेक विचित्रताओंका रहस्योद्घाटन करना चाहता है। इसलिए आजके रोकेटगास्त्री इस कार्यमें जुटे हुए हैं कि चंद्रभूमि पर मानव किस प्रकार सुरक्षित रह सकता है।

जैसा कि हम जानते हैं, यह पूर्ण सत्य नहीं है कि चंद्रमा हमारी पृथ्वीके चारों ओर भ्रमण करता है। चंद्रमा और पृथ्वी अपने सामान्य गुरुत्वकेन्द्रके आसपास भ्रमण करते हैं। उनका यह केन्द्र पृथ्वीके भीतर आया हुआ होनेके कारण हम ऐसी कल्पना करते हैं कि चंद्रमा पृथ्वीके आसपास भ्रमण करता है। कई यह भी मानते हैं कि चंद्रमा कोलूके वेलकी भाँति एक ही रास्ते पर निरंतर पृथ्वीकी परिक्रमा करता रहता है। पर, यह भी सत्य नहीं है। वास्तवमें चंद्रमा, पृथ्वी एवं सूर्य प्रतिदिन पेच (Screw) की चूड़ियों जैसे मार्ग पर अंतरिक्षमें आगे बढ़ रहे हैं और इसीलिये कोलूके वेलकी भाँति एक ही रास्ते पर उसी ठौर पर बारम्बार नहीं आते।

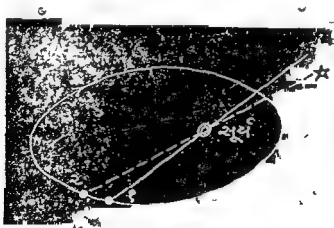


रात्रि दिवसको सूर्य सुपरत करतो है ।

३. हमारा जगत

पृथ्वी अपनी घुरी पर पश्चिममें पूर्वकी ओर भ्रमण करती है, इसी कारणवश सूर्य, चंद्रमा और तारे पूर्वसे पश्चिमकी ओर खिसकने हुए दिखाई देते हैं। पर इन सबकी हम प्रकार खिसकनेकी क्रिया एक समान नहीं है। फिर, उनके उदयास्तका समय भी सदैव एक-सा नहीं रहता। सूर्यके अस्त और उदय होनेका समय दिन प्रतिदिन बदलता रहता है। तारे प्रतिदिन चार मिनट जल्दी उगने तथा अस्त होने हैं, जबकि चंद्रमा रोज पचास मिनट देरीमें उदय तथा अस्त होता है। मुकुल पक्षकी द्वितीयाके चंद्रमाको देखनेके पश्चात् तृतीयाके चंद्रमाको देखनेवालोंने अनुभव किया है कि पूर्वसे उदय होकर पश्चिममें अस्त होनेके बलावा चंद्रमा आकाशीय तारों की पृष्ठभूमि पर प्रतिदिन पश्चिममें पूर्वकी ओर भ्रमण करता है। क्या सूर्यकी भी इसी प्रकार की गति होगी? क्या वह भी तारोंकी पृष्ठभूमि पर खिसकता है?

पर यह सब कैसे जाना जाय? सबसे बड़ी कठिनाई तो यह है कि सूर्यकी उपस्थितिमें तारोंके दर्शन नहीं होते। फिर भी, एक दूसरी रीतिमें इसे समझा जा सकता है। यदि सूर्य तारोंके बीचमें होकर न खिसकता हो तो सूर्यास्तके पश्चात् पूर्व और पश्चिमकी ओरके आकाशमें सदैव वही



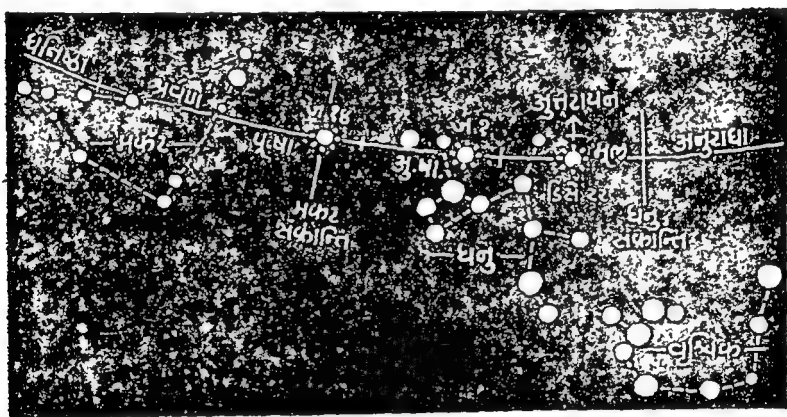
[पृथ्वी जब १ स्थानमें होगी तब सूर्य जिस तारोंके समक्ष स्थित है पड़ेगा उस तारोंके सामने, वह, पृथ्वीके २ स्थानमें आने पर न दिखाई देगा। वह दूसरे ही तारोंके आगे दिखाई पड़ेगा]

तारे दिखाई पड़े। पर ऐसा नहीं होता। मिंगसर मासकी ढलती रातको पूर्वमें उगता मृगमंडल चैत्र मासकी संध्याको पूर्वके वदले पश्चिममें दिखाई पड़ता है। इसका अर्थ यह हुआ कि सूर्य तारोंमें स्थिर नहीं है। वह भी खिसकता रहता है। तारोंके बीचमें खिसकता सूर्य अपने मूल स्थान पर एक वर्ष बाद आता है। पर इसका अर्थ क्या?

उपर्युक्त बातका मर्म दीर्घकाल तक समझा नहीं जा सका था। ठेठ सोलहवीं शतीमें खगोलशास्त्री निकोलस कोपरनिकस द्वारा यह रहस्य उद्घाटित हुआ था। आज यह वस्तु रहस्य न रहकर सर्वविदित बन गई है। पृथ्वीके सूर्यके आसपास भ्रमण करनेके कारण सूर्य तारोंकी पृष्ठभूमि पर खिसकता दिखाई देता है। पृ. १८ का चित्र इस वस्तुको अधिक स्पष्ट कर सकेगा।

सूर्यके आसपास केवल पृथ्वी ही भ्रमण नहीं करती, अन्य कई पृथ्वियाँ (ग्रह) भी भ्रमण करती हैं। इन ग्रहोंमेंसे कितनोंके अपने उपग्रह या चंद्र भी हैं। ये चंद्र निजके ग्रहोंके आसपास फिरनेके अतिरिक्त सूर्यकी परिक्रमा भी करते रहते हैं।

आकाशमें ग्रहोंका पता लगाना जरा भी कठिन कार्य नहीं है। ये सभी सूर्यके भ्रमण-पथके आसपास ही रहते हैं। सूर्य आकाशमें जिस मार्गसे खिसकता दिखाई देता है, उसे रविमार्ग कहते हैं। इस रविमार्गके सत्ताईस समान भाग नक्षत्र और बारह समान भाग राशियाँ हैं। ये नक्षत्र या राशियाँ वर्तुलाकारके भाग हैं और इसीलिए इन्हें विभागात्मक नक्षत्र अथवा राशियाँ कहा जाता है। इनके नाम भी इन विभागोंके समीप आए हुए नक्षत्रों और राशियोंके



नक्षत्रोंमें सूर्य

अनुसार है। अधिक स्पष्टताके लिए—इन दूसरे प्रकारके नक्षत्रों अथवा राशियोंको तारात्मक नक्षत्र या राशियाँ कहा जाता है। सूर्य, चंद्र और ग्रह इन नक्षत्रों अथवा राशियोंमें से होकर गुजरते रहते हैं। अमुक समयमें आकाशमें ये सभी कहाँ दिखाई देंगे, इसका दैनंदिन व्योरा अपने देशी पंचांगोंमें दिया जाता है। जिनको आकाशके तारोंसे परिचय है, ऐसे लोग स्थिर ग्रहोंको झट पहिचान लेते हैं।

सूर्यके आसपास केवल ग्रह ही भ्रमण नहीं करते। अनेक बूमकेतु, ग्रहकणिकाएँ और उल्काएँ भी उसके आसपास परिभ्रमण करती हैं। पर इन सबमें अधिक प्रतिष्ठित ग्रह हैं और इसीलिए

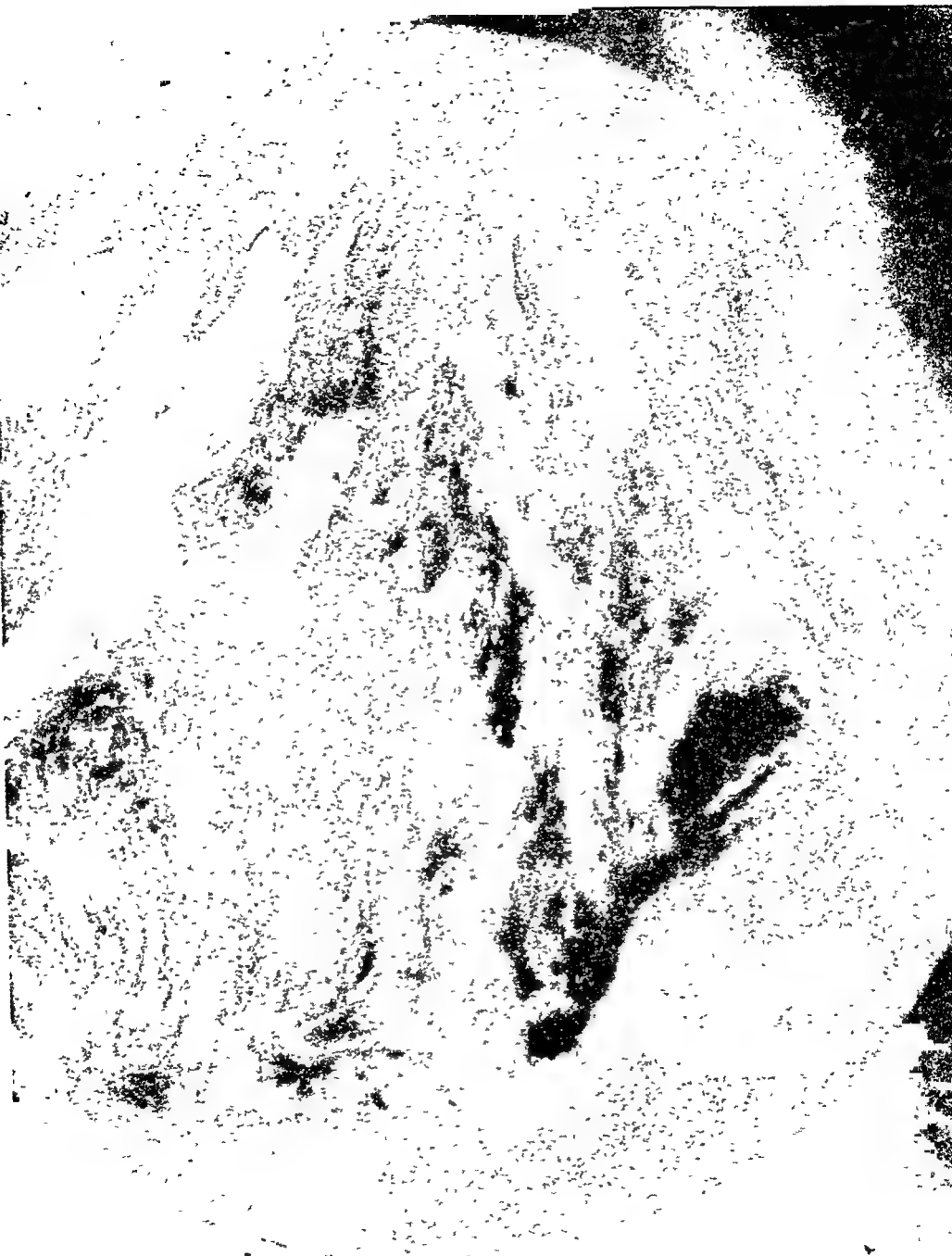
सूर्यको ग्रहपति कहा जाता है। ग्रह, उपग्रह, धूमकेतु, उल्का, सूर्य आदि सम्मिलित रूपसे एक विशाल आकाशीय सस्थान है, जिसे सूर्यमण्डल, सूर्य-परिवार अथवा सौर-जगत कहा जाता है।

सौर-जगत पर विचार करनेके पूर्व सूर्य और ग्रहोंके तात्त्विक भेदको समझ लेना चाहिए। सूर्य और ग्रहोंके बीचकी विक्षिप्त असमानता उनके आयतन की है। ग्रहाकी तुलनामें सूर्य बहुत बड़ा है। सौर-जगतका सबसे बड़ा ग्रह गुरु है। गुरु पृथ्वीकी अपेक्षा १३०० गुना बड़ा है। पर सूर्य गुरुसे १००० गुना बड़ा है। पृथ्वीकी अपेक्षा १३ लाख गुना बड़ा सूर्य वास्तवमें कितना विराट आकाशीय योला होगा, उसकी कल्पना ही करती रही। इनका बड़ा सूर्य हममें १५ करोड़ कि. मी. की दूरी पर आया होनेके कारण हमको वह एक धात्रीके मद्दश दिखाई देता है।

द्रव्यसंपत्तिकी दृष्टिसे भी सूर्य महान है। समग्र सूर्यमण्डलकी जितनी सम्पत्ति है, उसका ९९% सूर्यमें है, जबकि शेष जगत्में केवल एक प्रतिशत द्रव्य ही है। वज्रनकी दृष्टिसे भी सूर्य पृथ्वीकी अपेक्षा ३,३०,००० गुना भारी है। विशाल आयतनवाले सूर्यके कम घनत्वसे होनेका कारण उसकी द्रव्यसंपत्तिका हलकापन है। पृथ्वी घन पदार्थ है, जबकि सूर्य वायवीय। सूर्य-मण्डलके सभी सदस्य पृथ्वी जैसे ही हैं, ऐसा नहीं है। कितनेक कम घन और अधिक वायवीय भाग रखनेवाले भी हैं। पर, उन सबकी और सूर्यकी वायुओंके बीच भारी अंतर है। ग्रहोंकी वायु ठंडी है जबकि सूर्यकी अत्यन्त गर्म। सूर्य एक घनवती हुई विराट भट्ठी है। ठंडे ग्रह इस भट्ठीसे प्रकाश और गर्मी प्राप्त करते हैं।

ग्रहोंको ठंडे कहा वह सूर्यके मुकाबलेमें है। हमें विदित है कि हमारी पृथ्वी भी भीतरमें गर्म है। दूसरे ग्रहोंमें भी आंतरिक गर्मी है, फिर भी यह गर्मी इतनी प्रबल नहीं है कि ग्रहमें से निकल कर बाहर दुनियाको उष्णता प्रदान कर सके। ग्रहोंकी गर्मी चूल्होंकी-सी है, होशियारी-सी नहीं। इसी कारण अत्यधिक गर्मी देनेवाला उत्पन्न सूर्य स्वयं प्रकाशित दिखाई देता है, जबकि ग्रह अप्रकाशित हैं। ग्रहोंको हम लोग जो चमकते देखते हैं वह उनके स्वयंके तेजके कारण नहीं बल्कि सूर्यके प्रतापसे ही है।

सूर्य केवल वायु पदार्थोंकी बनी ज्योति है, परन्तु ग्रह घन, प्रवाहशील और वायुपदार्थोंके बने आकाशीय पिंड हैं। सूर्यकी गर्मीके हिमावसे ग्रहोंका तापमान और दबाव अत्यन्त कम है और इसी कारण ग्रहोंके द्रव्य या तो स्थायी रूप प्राप्त परमाणुओंकी या उनके घटकाकी सरचनावाले हैं। ग्रहों पर भौतिक प्रक्रियाएँ और रासायनिक गणोजन चलते रहते हैं। सूर्यमें परमाणुओंके आंशिक घटकोंकी एवं नाभियाँकी टूटपूट अथवा अति उष्णतामान पर सिद्ध हो सके ऐसी नक्षत्रगण जैसी नाभिकीय प्रक्रियाएँ सतत चलती रहती हैं। सूर्यके भीतरमें प्रबल वायु-घनता की ममता ग्रहोंकी भारी घातुएँ भी नहीं जता सकती। इसका कारण ग्रहद्रव्यकी स्थायी स्वरूप-प्राप्त पारमाणविक सरचना है। सूर्यके अंतरालमें परमाणु अपने स्थायित्वको बनाये नहीं रख सकते। प्रचण्ड गर्मी व दबावके कारण वे टूट जाते हैं। इस प्रकार टूटनेवाले नाभिके अलग होकर शक्तिरूपमें बहते हैं। परमाणुओंकी नाभिया तब भारी दबावसे सन्निध्य प्राप्त करती हैं और इससे वायुका घनत्व बढ़ जाता है।



पृथ्वी दर्शन
[३५ हजार किलोमीटर दूरसे]

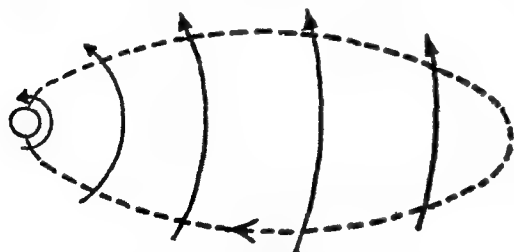


शुष्की दर्शन
[महा बाघ जिलेमीटर दूरसे]

सूर्य और ग्रहोंके बीचका एक अन्तर उनकी तत्त्व-सम्पत्ति का भी है। सूर्य हेलियम जैसी हलकी (किन्तु परम संघनित स्थितिमें रहे हुए) वायुओंसे बना हुआ है, जबकि ग्रह भारी और हलके दोनों तत्त्वोंसे बने हुए हैं। कितने ही बड़े ग्रहों पर हाइड्रोजनका अस्तित्व है, परन्तु छोटे ग्रह इससे वंचित हैं। सूर्य परके हाइड्रोजन और हेलियमका प्रमाण सूर्यके कुल द्रव्यका ९९ प्रतिशत है, जबकि गैरतत्त्वोंकी कुल सम्पत्ति एक प्रतिशत जितनी है।

सूर्यको यदि राजा मान लिया जाय तो ग्रह, उपग्रह आदि उसकी प्रजा होगी। सौर-जगतका राज्यतंत्र समझने योग्य है। सूर्यमंडलके कुल नौ ग्रह हैं। सूर्यसे विभिन्न दूरी पर स्थित इन सारे ग्रहोंके बीचमें कहीं भी टकराहट हो जाना संभव नहीं है। सूर्यसे क्रमशः बढ़ते जाते अन्तर पर क्रमानुसार बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, गुरु, शनि, युरेनस, नेपचुन और प्लुटो स्थित हैं। ग्रहपरिवारके अंतिम सदस्यकी संभाल लेनेमें सूर्यको कमसे कम छः घंटे लगते हैं। पर सूर्य की सत्ता इतनेसे नहीं रुकती। यह इतने ही अधिक अन्तर पर अवस्थित धूमकेतुओंको भी अपने चारों ओर घूमनेके लिए बाध्य करती है। सूर्यके आसपासके ग्रहोंके प्रदक्षिणामार्ग लगभग वर्तुलाकार हैं जबकि धूमकेतुओंकी कक्षाएँ दबे हुए रूपमें और काफी लम्बाईवाले (बड़ी कक्षा केन्द्र-व्युत्तिवाले) दीर्घ वृत्त हैं। परिणामस्वरूप ग्रहोंके सूर्यसे दूरत्व अथवा सामीप्यकी गणनासे उन पर पड़नेवाली गर्मीमें बहुत कम फर्क रहता है। धूमकेतुओंके विषयमें यह बात नहीं है। जलकर भस्म हो जाय इस प्रकारकी गर्मी और शरीर हिमवत् बने, ऐसी सर्वी इनको भोगनी पड़ती है। तापका आघात सहकर धूमकेतु धीरे धीरे जीर्ण बनता जाता है। जब धूमकेतु सूर्यके समीप आता है तब सूर्य तापके कारण उसकी पूँछ फूट पड़ती है। सूर्यकी अनेक प्रदक्षिणाएँ करनेके पश्चात् धूमकेतुके जीवनके अंतमें ऐसा समय आता है जब वह टूट कर विलुप्त हो जाता है और उसकी कक्षामें फूलझड़ी जैसी उल्काएँ ही घूमती नजर आती हैं।

हम ग्रह संबंधी चर्चा कर रहे थे। सूर्यके समीपके चार ग्रह छोटे हैं जबकि इनके बादके अन्य चार ग्रह बड़े हैं। सबसे अंतका ग्रह छोटा है। अंतिम ग्रहकी बातका जिक्र छोड़ भी दे तो



धूमकेतु की कक्षा (खंडित रेखा)

पर वे विलकुल छोटे हैं। बुध और शुक्रके चंद्र ही नहीं हैं। इससे विपरीत बड़े ग्रहोंमें गुरुके वारह, शनिके दस, युरेनसके पाँच और नेपचुनके दो चंद्र हैं। इनमेंसे अनेक चंद्र बहुत बड़े हैं। चंद्रके अतिरिक्त शनिके एक वलय भी हैं।

सूर्यमालाके आठ ग्रहोंको चार चारके दो भागोंमें विभक्त किया जा सकता है। छोटे ग्रहोंको पार्थिव ग्रह और बड़े ग्रहोंको सौर ग्रह कहा जाता है। आयतनकी दृष्टिसे भिन्नता रखनेवाले ये ग्रहसमूह, दूसरी दृष्टिसे भी भिन्नता रखनेवाले हैं। छोटे ग्रहोंमें से केवल पृथ्वीको ही बड़ा चंद्र प्राप्त है। मंगलके दो चंद्र हैं अवश्य,

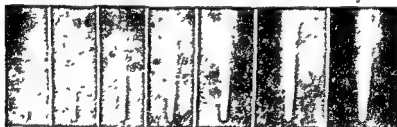
वातावरणकी दृष्टिमें भी ये ग्रह-समूह भिन्न हैं। छोटे ग्रहोंका वातावरण पतला है जबकि बड़े ग्रहोंका सामान्य गाढ़ा। छोटे ग्रहोंमें से दो ग्रह बुध और मंगल, बड़े ग्रहोंके बड़े चंद्रमा-जोमें भी छोटे हैं। छोटे होनेके कारण पार्थिव ग्रहोंकी गुम्फाकषण शक्ति भी कम है। परिणामस्वरूप हाइड्रोजन, हेलियम आदि हल्की वायुएँ इनका छोटे अंतरिक्षमें भाग गई हैं। बुध पर वातावरण नहीं है। मंगल पर वह बिल्कुल पतला है, जबकि पृथ्वी और शुक्र पर वह सतोपजनक प्रमाणमें है। इस वातावरणमें आक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बोनिक ऐसिड गैस जैसी भारी वायुएँ तथा जल-वाष्प रह सके हैं। बड़े ग्रहोंकी वात बिल्कुल निराली है। जितना बड़ा इनका आयतन है उतना ही बड़ा उनका वातावरण भी है। ऐसा कल्पित किया जाना है कि बड़े ग्रहोंमें ग्रहार्भ-भाग कम और वातावरण-भाग अधिक है। इनके गभ-भाग भले ही छोटे हों परन्तु बड़े होनेके कारण इन ग्रहोंने हाइड्रोजन, एमानिया और मीथेन जैसी हल्की वायुओंका बड़ी



एडमंड हेली

(हेली धूमकेतुका खोजक)

बनाकर रखा है, इतना ही नहीं, इन वायुओंको ठंडा बनाकर इनके समुद्र भी बनाए हैं। छोटे ग्रहों पर अनेक भारी धानुएँ हैं। इनमें लोहा मुख्य है। इन ग्रहोंमें से पृथ्वी एक ऐसा ग्रह है कि जिसके वातावरणमें हाइड्रोजन और हेलियम बहुत अल्प मालूम होते हैं। इसका कारण पृथ्वी पर पानीके समुद्रोंका होना है। वस्तुतः पृथ्वीके वातावरणमें हेलियम और हाइड्रोजन बहुत अल्प प्रमाणमें हैं।



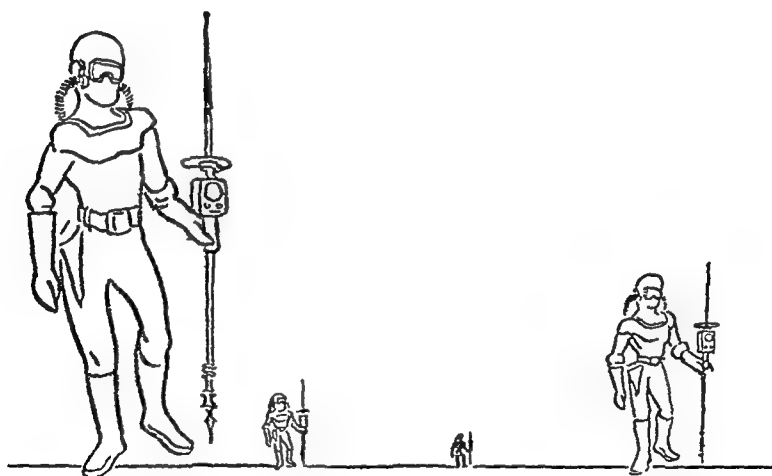
धूमकेतुके विभिन्न दर्शन

आश्चर्यकी बात तो यह है कि बड़े ग्रहोंके चंद्र अपने-अपने ग्रहोंके गुणधर्म जताते नहीं हैं। विपरीत इसके वे छोटे ग्रहोंके गुणधर्म रखते हैं। यह तथ्य बखलाता है कि चंद्र ग्रहोंमें उत्पन्न नहीं हुए हैं। सूर्यमें पृथ्वीकी उत्पत्ति भी इसी प्रकार की बात है न?

जुटोकी बातको हम ऊपर अधूरा रख आए हैं। ऐसा करनेका कारण यह था कि जुटोको किसी भी ग्रह-समूहमें नहीं रखा जा सकता। इसमें कोई शक नहीं कि वह एक छोटा ग्रह है। उसके उपग्रह और वातावरण भी नहीं हैं और इस प्रकार इसे छोटे ग्रहोंमें रखा भी जा सकता है। पर, आश्चर्यकी बात है कि इसके जतिरिक्त वह छोटे ग्रह-समूहकी कोई

विशेषता नहीं रखता। कदाचित् वह किसी गुटबंदीमें नहीं मानता हो। अपने-आप चाहे वह कुछ भी क्यों न मानता हो, कई खगोलशास्त्रियोंने उसे 'स्थानभ्रष्ट नेप्चुन चंद्र' कहकर जातिसे बाहर कर दिया है!

प्लुटोने जिस प्रकार अपवाद दिखाया है, इसी प्रकार पृथ्वीने भी एक विशिष्ट प्रकारका अपवाद दिखलाया है। इसका यह अपवाद है इसकी प्राणवान जीवसृष्टिकी बहुलता। मंगल पर जीवसृष्टि है पर वह अंतिम अवस्थाकी मानी जाती है। उसकी जीवसृष्टिमें बुद्धिशाली प्राणीतत्त्वका अभाव कल्पित किया जाता है। जीवसृष्टिका अन्य एक अधिकारी शुक्र भी है। पर इसकी जीवसृष्टिको अधिकसे अधिक प्रारम्भिक अवस्थाकी जीवसृष्टि माननेका मत प्रचल है। रही अब पृथ्वी की बात। बुद्धिशाली प्राणीयुक्त इसकी जीवसृष्टि अनन्य है—अलवत्ता ऐसा साधिकार कहनेमें मनुष्यको अभी अनेक मंजिलें तय करनी हैं। ब्रह्मांडके किसी भी तारा-विश्वके एकाध तारेके किसी ग्रह पर मनुष्यसे भी उन्नत प्राणीसृष्टि अवस्थित होनेका नकारा नहीं जा सकता है। पर साथ-साथ तत्संबंधी प्रमाण भी प्रस्तुत नहीं किए जा सकते हैं। संभवित और असंभवित सभी प्रकारकी विचारशक्तिसे मनुष्य सम्पन्न है इसीलिये हमने कहा है कि पृथ्वीकी जीवसृष्टि अनन्य है।



चंद्र पर

पृथ्वी पर

शुक्र पर

मंगल पर

[मनुष्यकी ऊँचाई और वजनमें एक निश्चित प्रकारका संबंध है। अलग-अलग ग्रहों पर कम ज्यादा गुरुत्वाकर्षण होनेके कारण, यदि वहाँ हमारी पृथ्वी जैसे ही मनुष्य वसते हों तो उपर्युक्त संबन्धानुसार ऊँचाई बताते हुए मनुष्यका चित्र।]

४. ग्रहपति सूर्य

सूर्यसे हम ऐसे अभ्यस्त हो गये हैं कि कभी इसके नहीं देखनेकी कल्पना भी नहीं कर सकते। कल्पना नहीं करनेका एक कारण ऐसे प्रमयका विरल होना भी है। सौ डेढ़ सौ वर्षों के पदचात् ऐसा प्रमय उभसित होना रहना है जब सूर्य एकाएक दीखना बन्द हो जाता है। एक तो हम कारण और हमारे अधिकसे अधिक मान मिनट तक सूर्यके अदृश्य होनेके कारण, इसके न दीखनेकी बात पर अनेकोको विश्वास नहीं होता। सप्राम सूर्यग्रहणके समय सूर्यका एका-एक दीखना बंद हो जाता है। उस समय काला चंद्र सूर्यविम्बको संपूणतया ढककर उसके प्रकाश और गर्मीके मार्गमें अमामारिक आड़ खड़ी कर देता है।

सूर्यकी महत्ताका वास्तविक ब्याल तो सप्राम ग्रहणके समय ही आता है। फिर जानेके अंतिम क्षण तक सूर्य प्रकाश देता रहता है। परन्तु इसके संपूण घिर जाने पर ही दिवस एकाएक रातमें परिवर्तित हो जाता है। आकाशमें तारे निकल आते हैं और जघकारकी अचित्य सत्ताके प्रभावसे प्राणीमात्र अत्यन्त भयभीत हो जाते हैं। वृक्षोंमें छिपनेका प्रयत्न करते हुए पक्षियोंकी चींखें, पशुओंकी दौडप और मनुष्योंकी घबराहट इस समय चरम सीमा पर पहुँच जाती है। प्रकाश और छाया इसमें वादक्य करते हैं। पृथ्वीतः पर दिखाई पड़ता इसका उन्मादक दृश्य कमजोर दिलोंको शक्कर कर डालता है। पाँच मात मिनट तक ही चलनेवाला यह ताडव प्रबल दैवी प्रकोप समान अपरिहार्य एवं अमह्य बन जाता है।

ऐसा प्रतीत होता है कि सूर्यकी महत्ताका ध्यानमें रखकर हमारे पूर्वजोंने ग्रहणको विशेष महत्व दिया होगा। यद्यपि आज ग्रहण रहस्यपूर्ण नहीं रहे तो भी सूर्यकी महत्तामें कोई कमी नहीं हुई है। वास्तविकता तो यह है कि सूर्यका महत्व दिन प्रतिदिन बढ़ता ही जा रहा है। सूर्य एक तारा है। ग्रहति द्वारा रचित अनेक ताराओंमें से यह एक सम्मानित तारा है। इसको यह सम्मान उसके परिवारके रूपमें भेंटमें प्राप्त हुआ है। परिवार-सम्पन्न इस तारेके अपने कई रहस्य हैं। इनमें से कईका रहस्याद्घाटन हो चुका है जबकि किनेक अभी रहस्यमय ही हैं। जीवनदाना होनेके कारण जिस प्रकार सूर्य हमारी पूजाका पात्र है, उसी प्रकार उसके अनेक रहस्योंके कारण वह हमारी शोभा भी पात्र है। अत्यन्त दूर होनेके कारण सूर्यके अत्यन्त निकट पहुँचकर उसका अभ्यास करना संभव नहीं है इसीलिए सूर्यका अभ्यास विसिष्ट युक्ति-प्रयुक्ति द्वारा किया जाता है।

अब हम सबप्रथम सूर्यके ग्रहपतिरूपका दर्शन करेंगे।

चार सौ किलोमीटरकी गफारसे उडनेवाले वायुयान द्वारा पृथ्वीकी एक परिधया करती पडे तो उसमें कमसे कम चार दिन लग जायें। पर सूर्यके चारों ओर उसी वेगसे एक चक्र लगाना २४ : ग्रहाड दर्शन

हो तो उसमें ४५० दिन अथवा सवा वर्ष जितना समय लग जाय। सूर्य एक विराट आकाशीय गोला है। इसकी सतहका द्रव्य अपनी हवा जितना पतला है पर सूर्यके भीतर जाने पर यही द्रव्य उत्तरोत्तर गाढ़ा बनता जाता है। सूर्य-त्रिज्याके आवे भाग पर आए हुए द्रव्यका घनत्व पानी जितना गाढ़ापन बताता है। पर सूर्यके केन्द्रभागमें आए हुए द्रव्यका घनत्व पानीके घनत्वके हिसाबसे ७५ गुना अधिक बन जाता है। सूर्यगर्भका यह घनत्व सीसेके घनत्वके मुकाबिले ११ गुना और पृथ्वीकी सर्वाधिक भारी वातु ओसमियमके घनत्वसे साढ़े तीन गुना है।

तो क्या सूर्यका केन्द्रभाग ओसमियम जैसी भारी वातुओंसे बना हुआ है? नहीं, यह केवल वायुओंसे बना हुआ है। वैज्ञानिकोंका कहना है कि सूर्यके केन्द्रभाग पर होता दबाव अपने हवा-दबावसे सौ अरब गुना है। सामान्य भाषामें कहें तो यह दबाव प्रति चौरस सेन्टिमीटर आठ करोड़ टन है। इसके अतिरिक्त एक और दबाव भी सूर्यके पेटमें कार्य करता है। यह है प्रकाशका दबाव। प्रकाशका दबाव प्रति चौरस सेन्टिमीटर बीस लाख टन है। मस्तिष्कको भ्रमित कर देनेवाली इस बातको किनारे रख, चलिए सूर्यका एक तारेके रूपमें परिचय प्राप्त करें।

सूर्य जलती हुई वायुओंका एक विराट पिंड है। इसकी सतह सदैव अस्थिर और अशांत रहती है। सूर्य-सतहको वायुएँ विलोनेमें घूमती हों इस प्रकार ऊँची-नीची होकर अनेक रूप



सूर्योन्नत अग्निपिंड

धारण करती रहती है। सूर्य पर होनेवाले वबंडरोंके मुख्य पात्र सूर्योन्नत अग्निपिंडोंके नामसे परिचित सूर्यमेंसे दूर-दूर तक उछलनेवाली अग्नि ज्वालाएँ, वायुजिह्वाएँ एवं मशाले हैं। ये सूर्योन्नत अग्निपिंड मुन्दर होते हुए भी अत्यन्त भयानक हैं। विशाल आयतनवाले अग्निपिंडों ५० हजार किलोमीटर लम्बे, १००० कि. मी. चौड़े और दो लाख कि. मी. ऊँचे उछलनेवाले अग्निपिंड सामान्य गिने जाते हैं। सन् १९४६ में दक्षिण बड़ा अग्निपिंड आजतकके दक्षिण अग्निपिंडोंमें सबसे विराट है। उसके उछलने की रफ्तार प्रतिघंटा छः लाख कि. मी. थी जबकि उसकी सबसे ऊँची छलांग १६ लाख कि. मी. ऊँचाईकी थी।

सूर्यसे छोटी-मोटी अग्नि ज्वालाएँ निरन्तर निकलती रहती हैं। ये अग्निज्वालाएँ प्रति सेकंड ३० कि. मी. के वेगसे लपकती रहती हैं। लपलपाहट करती हुई इन जिह्वाओंका जीवन क्षणिक है। वे पाँच मिनटसे अधिक टिक नहीं सकती। इन अग्निजिह्वाओंके प्रिय बिहारस्थान सूर्यके ध्रुवप्रदेश हैं।

अग्निपिंडों और वायुजिह्वाओंके अतिरिक्त सूर्य के अनेक स्थानों पर अग्निमशालोंके दिग्गर्द पड़ती है। अग्निमशालोंका रूप धारण करनेवाला सूर्यभाग एसाएक प्रकाशित हो जाता है और



सूर्यमशाला

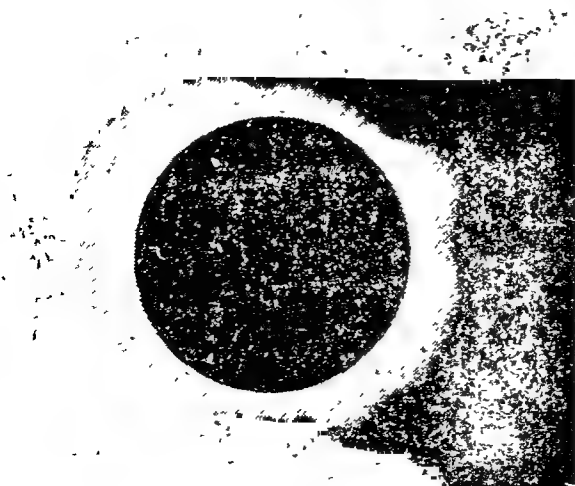
फिर कुछेक मिनटोंमें अपने बहुरंगी रूपको उतार देता है। अग्निमशालोंका याम वाम मेरज्योतिषा उत्पन्न करने तथा पृथ्वी परके रेडियो श्रवणमें अडचन पहुँचाना है। अग्निमशालोंको सूर्यके क्रोधिज रूपका संकेत कहा जा सकता है। इनके द्वारा होनेवाली रेडियो-दल्लकी प्रवृत्तिकी अन पूर्व सूचना दी जा सकती है। सूर्य पर मशालोंके प्रदट्टित होनेके छत्तीस घंटे बाद उमका प्रभाव पृथ्वी पर पहुँचता है। यह हमारी कमनसीबी है कि सूर्य पर उत्पन्न होनेवाली पाच मशालोंमें से चार गड्ढा पैदा करनेवाली ही होती है। घाव पर नमक छिड़कने जैसी बात तो यह है कि जब सूर्य पर अधिक कलक होते हैं तब ये मशालें भी अनुपातमें अधिक अम्लत्व रखनेवाली होती हैं। सूर्योत्तर अग्निपिंडोंके अतिरिक्त सूर्य पर नम्र आकांक्षे देने जानेवाले सूर्य कलक हैं। सूर्यकी मनहूँ अनुपातमें कम उत्पन्नमानवाले होनेके कारण ये काले दिग्गर्द देने हैं। वास्तवमें ये अपनी जैसी अनेक पृथ्वीको कुछेक मिनटोंमें निगल जाय उतने गर्म और विशाल होते हैं। सूर्य-कलकोंका सूर्यके चुंबकीय क्षेत्रके कारण उत्पन्न होना माना जाता है। आश्चर्यकी बात तो यह है कि ये कलक सूर्यके ५° से ४५° अक्षांश प्रदेशमें ही उत्पन्न होते हैं। इतना ही नहीं पर अधिकांश दो-दोके

युग्मोंमें खिसकते दिखाई देते हैं। सूर्य अक्षभ्रमण करता है यह बात हमें सूर्य कलंकोंके कारण समझमें आई थी।

सूर्य पर सदैव कलंक होते हैं ऐसा नहीं है। कभी कलंक विलकुल नहीं होते तो कभी अत्यधिक मात्रामें होते हैं। अनेक निरीक्षणोंसे यह ज्ञात हुआ है कि अधिकतम या न्यूनतम कलंक दिखाई देनेकी समयावधि ग्यारह वर्षकी है। ये दोनों प्रसंग अभ्यासकर्तृओंके लिए बड़े महत्त्वशील हैं। सूर्यकलंकोंकी चुंबकीय शक्ति बड़ी भारी है। अपनी पृथ्वीकी चुंबकीय शक्तसे सूर्यकलंकोंकी चुंबकीय शक्ति एक हजार गुनासे भी अधिक है। यह प्रबल चुंबकीय क्षेत्र अनेक प्रकारके झंझावात उत्पन्न करता है।

सूर्यके वातावरणको सूर्यग्रहणके समयके अलावा नग्न आँखोंसे नहीं देखा जा सकता। यह आवरण तीन परतोंसे बना हुआ है। सूर्यविचके सर्वाधिक सामीप्यका तथा २०० से ३०० कि. मी. तक पहुँचनेवाला प्रथम आवरण 'परिवर्तित सतह' (Reversing layer) है। सूर्य-वर्णपटकी चमकती रेखाएँ इस आवरणके वर्णपटमें परिवर्तित हो काली दिखाई पड़नेके कारण इसे यह संज्ञा दी गई है। परिवर्तित परतका उष्णतामान सूर्यकी सतहके उष्णतामानकी अपेक्षा बहुत कम है।

सूर्यका दूसरा आवरण 'रंगावरण' परिवर्तित सतहके ऊपर आया हुआ है। यथा नाम तथा गुणकी भाँति यह रंगोंकी लहरोंवाला आवरण है। सूर्यग्रहणके समय रक्तरंगी दिखाई पड़ने-



सूर्यका किरीटावरण

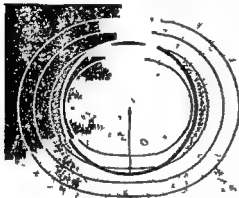
वाले इस आवरणमें सूर्योन्नत ज्वालाओं और अग्निपिंडोंका तांडव देखनेको मिलता है। इसके साथ-साथ केल्विनम-के चमकते बादल हाइड्रोजनके निस्तेज बादलोंके साथ मिलकर तेजछायाका एक अनोखा रास-नृत्य करते हैं।

सूर्यके सबसे ऊपरका तथा अति महत्त्वका आवरण किरीटावरण है। १२ लाख कि. मी. से २० लाख कि. मी. तककी उसकी व्यापकता आश्चर्य उत्पन्न करती है। आश्चर्यकी दूसरी

बात उसका सौन्दर्य है। उसकी किरणछटा अलौकिक है। सूर्यकी ओरका पीले रंगका जामा पहननेवाला किरीटावरण विभाग वाहरके हिस्सेमें सफेद रंगछटा दिखाता है। पूर्णचंद्रकी तुलनामें आधा तेज प्रदत्त करनेवाले इस आवरणकी कमनीय रूपछटा केवल खग्रास सूर्यग्रहणके समय और

वह भी अग्निके अधिक मान मिनट तक ही देगनेको मिलती है। शेष समय सूर्यके प्रवर प्रकाशमें वह अदृश्य बनी रहती है। स्पष्टित रहते दस किरीटावरणमें इन्फ्रारेडकी निम्नतापूण खींचानानी बराबर चल रही है। यहाँ परमाणुओंको अपने इलेक्ट्रॉनसे वंचित किया जाता है। कैंडिडम, लोहा तथा निकल जैसे तत्त्व इस विदेह-श्रियाका भोग बन रहे हैं। किरीटावरणका तापमान एक लाखसे दस लाख अथ सेन्टिग्रेड जितना ऊँचा आता जाता है।

पर यह हुई खगोलशास्त्रकी दृष्टिमें सूर्यकी वान। रेडियोखगोलशास्त्री सूर्यको दूसरी ही दृष्टिमें देखते हैं। इनका सबध सूर्यके प्रकाशकी अपेक्षा आवाजसे अधिक है। इस कारण वे



रेडियो-सूर्य

आयतन में ८००० गुना बड़ा है। अधिक आश्चर्यकी बात तो यह है कि रेडियो-सूर्य गोक होनेके स्थान पर अड्डाकार है।

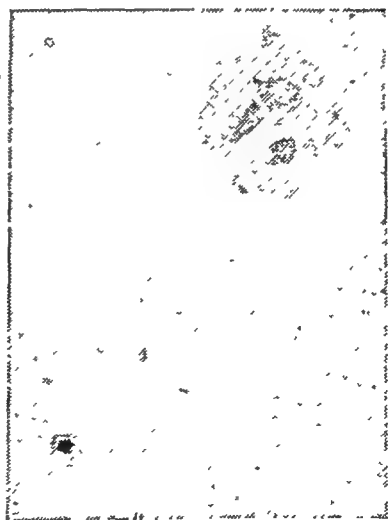
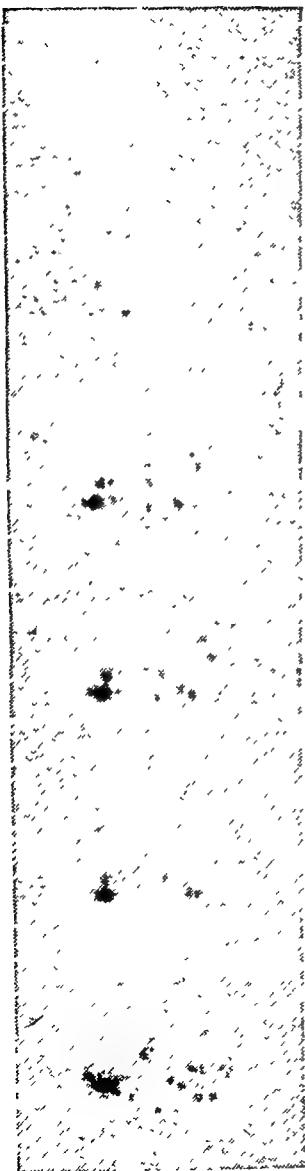
रेडियो-सूर्य स्पन्दशील है। इसके रेडियोवाई (फेफडा) आती है। इसके कारण इसका शिखारप्रकाश प्रकम्पित रहता है। रेडियो-सूर्यके ये स्पन्द कभी-कभी कम तो कभी-कभी बहुत अधिक, एक मिनटमें दस हजारसे दस लाख जितने होते हैं। सूर्यके इस द्रव्यक्षयकी रीतिकी टोह लगानेके लिए जब वैज्ञानिकोंने कार्यारम्भ किया तब इसके मूलमें उन्हें सूर्यकणिकोंके दर्शन हुए। सूर्यकणिकोंको हम क्या मानें—शक्ति स्रोत या उद्दीपक?

किरीटावरणकी वायु निरंतर विकसित रहती है। सूर्यमेंसे आकाशमें यह जानेवाली दस वायुको 'सूर्यप्रवात' कहा जाता है। इस प्रवातके कारण पृथ्वीके चारों ओर जो वातावरण निर्मित होता है उसे 'वान एलन पट' कहा जाता है। पृथ्वीमें १०,००० कि मी दूर में प्रारम्भ होता यह आवरण प्रवल संहारक शक्तिवाला होता है और उसके कारण ही वह मनुष्यकी अतिरक्षयात्राके लिए अत्यन्त खतरनाक माना जाता है।

परन्तु भौतिक खगोलशास्त्री सूर्यको हमारे प्रकारसे ही देखते हैं। इनकी शोषका विषय है ऊर्जा। सूर्यमें ऊर्जा कैसे पैदा होती है तथा यह ऊर्जास्रोत कहीं तक प्रयोगमें आता रहेगा वगैरह उनकी शोषका अन्य विषय हैं। ऊर्जाका सबध उष्णतामान और विकिरणके साथ है।

सूर्यकी सतहका उष्णतामान 6000° सेन्टिग्रेड है जबकि रंगावरणका $20,000^{\circ}$ सेन्टिग्रेड और क्रीटावरणका $10,00,000^{\circ}$ सेन्टिग्रेड है। आवरणोंमें इतना अधिक उष्णतामान किसलिए है? — इस प्रश्नके फलस्वरूप ही अनेक अन्वेषण हुए हैं और इन्होंने ज्ञानोपाज्जनके कितने ही नए रहस्योंका उद्घाटन किया है।

यह हमने जान ही लिया है कि सूर्यके केन्द्रीय भागका उष्णतामान डेढ़से दो करोड़ अंश सेन्टिग्रेड जितना है। पर इतने अधिक उष्णतामानकी कल्पना कैसे करें? वैज्ञानिकोंका कहना है कि आल्पीनका शीर्षभाग यदि इतना अधिक उष्णतामान वारण करे तो उससे विमुक्त शक्ति द्वारा आल्पीनके चारों ओरके १६० कि. मी. के क्षेत्रकी सभी वस्तुएँ जलकर खाक हो जायँ। पर यह तो हुई केवल पृथ्वीकी सतहके हिसाबसे होनेवाले परिवर्तनोंकी बात। सूर्यके पेटकी वायु पृथ्वीके वातावरणकी वायुकी भाँति मुक्त नहीं है। इस पर सूर्यद्रव्यका भारी दबाव पड़ा हुआ है। भारी दबाव तथा ऊँचे उष्णतामानके कारण सूर्यके अंतरालके परमाणु मूल रूपमें नहीं रह सकते। वे टूट जाते हैं। परमाणुओंके इलेक्ट्रॉन इनकी नाभियोंसे अलग हो जाते हैं। परमाणुभंजनकी इस क्रियासे प्रचंड शक्ति उत्पन्न होती है। सूर्यमें उत्पन्न होकर आकाशमें वह जानेवाली ऊर्जाका मात्र दो अरबवाँ भाग



सूर्यकलंक (दोनों चित्र)

अपनी पृथ्वीके हिस्सेमें आता है। शक्ति उत्पन्न करनेके लिए सूर्य प्रति सेकंड ५६४० लाख टन द्रव्यका ५६०० लाख टन हेलियममें रूपान्तर करता है। सूर्यका शेष चालीस लाख टन द्रव्य शक्तिके रूपमें रपांतरित हो जाता है।

प्रति सेकंड ४० लाख टन द्रव्य सो देनेवाले सूर्यकी आयु कितनी होगी—ऐसा प्रश्न उठना स्वाभाविक है। जिनको सूर्यके आयतनकी वास्तविक कल्पना नहीं है, वे यही मान लेंगे कि सूर्य अधिकसे अधिक दस पंद्रह हजार वर्ष तक टिक सकेगा। पर भौतिकशास्त्री दस प्रकारके भयकी कल्पना नहीं करते। इनका कहना है कि मान अरब वर्षोंमें निरंतर प्रकाशित सूर्य अब भी चागीम पचान अरब वर्षों तककी आयुको भोगनेवाला है। हाँ, इस सबमें सभी एक राय नहीं है कि आयुष्मकी समाप्ति पर सूर्यका स्वरूप कैसा होगा। सूर्यका अंतिम स्वरूप स्पष्टिकारी तारेका जैसा स्फोटक तारेका भी हो सकता है। सूर्यके सफेद वामन तारेका स्वरूप धारण करनेकी सामान्य कल्पना भी प्रचलित है। पर यह अत्यन्त दूर की बात है। वतमानको त्यागकर हमको उनसे अधिक गहरे पानीमें जानेकी अभी कोई आवश्यकता नहीं है।

सूर्यका सर्वसामान्य आदर्च्य उसका अपना प्रवर प्रकाश है। हम जानते हैं कि तारे भी छोटे-मोटे सूर्य हैं पर अत्यन्त दूर अवस्थित होनेके कारण सूर्यकी भाँति वे अपना शब्द नहीं बता सकते। जाकासमें जा तारे सर्वाधिक चमकते दिखाई देते हैं उनको प्रथम वर्गके तारे कहे जाते हैं। ऐसे ताराओंकी तुलनामें सूर्यकी चमक १२० अरब गुना अधिक है। इसका अर्थ यह हुआ कि अपने ताराविश्वके आगे तारे प्रथम वर्गके तारे बनकर प्रकाश देना प्रारम्भ करे तो भी उनका सम्मिलित प्रकाश वही कठिनाईमें सूर्य जितना होगा। रजनीपति चंद्रके पृथ्वी पर पड़नेवाले प्रकाशकी तुलनामें सूर्य प्रकाश ४ लाख गुना तेजस्वी है।

हम महमा कह उठेंगे कैसा महान है हमारा सूर्य! पर ऐसा कह उठने पर मुहूर स्थित तारोंके माथ हम किसी प्रकारका अग्याय तो नहीं करते हैं न?

क्या अग्यायका फैसला किस प्रकार करे? इसके लिये क्या सभीको एक तराजू तौलना चाहिए? क्या तारोंके विषयमें यह मन्त्रमुच सम्भव है? समानताके लिए सभी तारोंको एक ही तुला पर तौला जा सकता है क्या?

अपने ताराविश्वके तारामेंमें कितने ही तारे हमारे नजदीकके हैं तो कितने ही अग्न्यन्त दूरके। इन सारे तारोंका अपनेसे ३२६ प्रकाशवर्षके एक समान अंतर पर रख देनेमें एक भारी आदर्च्यकी बात देखनेको मिलती है। आकाशके कई घुंघले तारे एकदम तेजस्वी बनने दिखाई देते हैं। विपरीत इसके कई प्रकाशवान तारे घुंघले नजर आते हैं। सबके अधिक विचित्रता तो सूर्य जनाना है। वह एकदम निश्चेत तारा बन जाता है।

इसका अर्थ यह हुआ कि हमारा यह महान सूर्य मदाकिनोविश्वके तारोंमेंसे एक अति सामान्य तारा है। सूर्यके लिए हम भव्न करे पर क्या हमारा ताराविश्व ऐसा करता होगा?

पर इसके लिये हमें तारों और ताराविश्वकी बात करनी रही।

५. तारकतेज और वर्ग

हमसे नजदीकके तारे—दिनपति सूर्यकी बात हमन अभी की। उसके अनुसंधानमें आकाशके और तारोंकी चर्चा करते समय हमें अनेक बातोंका खयाल रखना पड़ेगा। तारे हमसे कितने दूर हैं? तारोंका तेज कैसे नापा जाता है? तारे कितने गरम हैं? तारे कितने बड़े हैं? तारोंमें कितन प्रकारके और कौनसे द्रव्य हैं? ताराद्रव्यकी घनता क्या है? तारोंकी गतियाँ कौनसी-कौनसी हैं? वगैरह इनमें मुख्य हैं।

उपर्युक्त प्रश्नोंमेंसे सबसे पहले प्रश्नकी थोड़ी चर्चा करेंगे। दूरबीनसे देखने पर सूर्य, चंद्र और ग्रह नग्न आँखोंकी अपेक्षा ज्यादा बड़े दिखाई पड़ते हैं। मगर तारोंका हाल वैसा नहीं है। तारे केवल प्रकाशविन्दु ही दीखते हैं। इसका मतलब यह हुआ कि तारे हमसे बहुत-बहुत दूर हैं। सूर्यकी बात छोड़ दे तो हमसे एकदम नजदीकका तारा सवा चार प्रकाशवर्षकी दूरीवाला है। दूसरे तारे इससे भी ज्यादा दूर हैं। तारोंकी दूरी नापनेकी बहुत प्रसिद्ध एक रीति लंबन



(Parallax) पद्धति है। सूर्य-पृथ्वीके बीचके औसत अंतरके द्वारा तारेके आगे जो कोण बनता है उसे लंबन कहा जाता है। लंबनका नाप कोणीय है और इस कारण उसे अंश, कला और विकलामें दर्शाया जाता है। एक अंगमें ६० कला और ३६०० विकला होती है। हमसे अत्यंत नजदीकके तारेका—समीप नराश्वका लंबन ०.७६ विकला है। आकाशके सबसे ज्यादा तेजस्वी तारे व्याघका लंबन ०.३७८ विकला है। समीप नराश्व हमसे ४.३ प्रकाशवर्ष दूर है जबकि व्याघ ८.७ प्रकाशवर्ष दूर। और तारे तो इनसे भी ज्यादा दूर हैं। कईएक तारे इतने दूर हैं कि उनके प्रकाशको पृथ्वीतक पहुँचनेमें हजारों वर्ष बीत जाते हैं।

आकाशके सभी तारे एक-से प्रकाशित नहीं हैं और वे सभी हमसे एक-ही दूरी पर भी नहीं हैं। एक समान तेजस्वी तारोंमेंसे जो तारे हमसे नजदीक हैं वे चमकते दिखाई पड़ते हैं और दूरवाले तारे निस्तेज। तारे सचमुच बिना तेजस्वी हैं यह जाननेके लिए तारोंको एक-से अंतर पर होनेका मानकर उनके प्रकाशकी तुलना की जाती है। (प्रकाशकी तुलनाके लिये १० पार्सेक या ३२.५८ प्रकाशवर्ष अंतरका उपयोग किया जाता है। १० पार्सेकके हिमावसे तारेका जो वर्ग निश्चित होता है उसे तारेका निरपेक्ष वर्ग कहा जाता है। निरपेक्षमें वर्ग तारेके दूर्य असे बिल्कुल भिन्न है।) दक्षिणाकाशमें दिखाई पड़ते जय और विजय तारे नग्न आँखोंसे एक-से तेजस्वी मालूम होते हैं मगर हकीकत और है। जय हमसे निकटका तारा है जबकि विजय दूरका। जयका निरपेक्ष वर्ग ४५ है मगर विजयका—१०। मतलब कि विजयका सच्चा तेज जय तारेके तेजके हिमावसे १६५ गुना है। विजय दूर है इसी कारण वह जयके बराबर दिखाई देता है।

हमें अत्यन्त तेजस्वी दिखाई पड़ना भूय वास्तवमें एक निस्तेज तारा है। उसका निरपेक्ष वर्ग ८८ है। जय तारेका निरपेक्ष वर्ग ४५ है। यों हम कह सकते हैं कि सूर्य और जय करीब एक-से तेजस्वी तारे हैं। इस बातको दूसरे ढंगसे यों कहा जायगा—सूर्यको हमसे दूर हटाकर जय तारेके अंतर पर रखा जाय तो वह जयकी तरह प्रथम वर्गका तारा मालूम होगा।

सूर्य-तेजको दिखाई मानकर अन्य तारोंकी सच्ची तेजस्विता (जिसे तेजाक कहा जाता है) दर्शाई जाती है। जयका तेजाक १४ है और विजयका १६५। व्याघ तारा हमसे ८७ प्रकाशवर्ष दूर है। उसका तेजाक २६ है। अगस्त्यका दूरत्व १५० प्रकाशवर्ष है और उसका तेजाक ४,२०० है।

सूर्यके स्थानमें व्याघको रख दिया जाय तो हमें प्राप्ति होनी गरमी और प्रकाश २६ गुना बढ़ जायगा। मगर ऐसा होनेके साथ ही पृथ्वी परका जीवन बहुत कम समयमें खत्म हो जायेगा। व्याघके स्थान पर यदि अगस्त्यको पसंद करे तो? ऐसा होने पर अगस्त्यकी गरमीके कारण दो चार मिनटमें ही पृथ्वी गल्बर बाष्पुंडके रूपमें नमसेप हो जायगी।

तारोंके तेजकी तरह उनके तापमान भी एक-से नहीं हैं। तापमानके फरके कारण भिन्न-भिन्न तारोंके रंग भी भिन्न-भिन्न हैं। कई तारे लाल हैं तो कई पीछे या नीले। रंगोंके हिसाबसे भी तापमान माने गये हैं। इस प्रकारके वर्गीकी वर्णवर्ण कहा जाता है। तारोंके रंग उनके तापमानके ध्योतक हैं। लाल तारे औसतन ठंडे तारे हैं जबकि नीले तारे अत्यन्त गरम। लाल और नीले तारोंके बीचमें नारंगी, पीले, पीतस्वत और नीलस्वत तारे आते हैं। लाल तारोंका तापमान २,०००° में से ३,०००° में है। रंगानुक्रमसे तारोंके तापमानका क्रम ३, ४, ६, ८ और १० हजार अंश होने हुए नीले या अतिनीले तारोंके लिए वह २० हजारसे ३० हजार अंश सेन्टिग्रेड हो जाता है। वर्णवर्णके हिमावसे हमारा सूर्य करीब ६,००० अंश सेन्टिग्रेड तापमानवाला पीले रंगका एक तारा है। बलिहारी है रंगकी। वर्णवर्णके हिमावसे भी सूर्य एक सामान्य तारा ही है।

करीब साठ साल पहले तारोंके रंग और वर्णके संबंधके बारेमे किसीको कोई जानकारी नहीं थी। हर्ट्ज़स्प्रंग नामक वैज्ञानिकने तब यह घोषित किया कि सारे लाल तारे (म वर्णवर्ग)



हर्ट्ज़स्प्रंग

एक-से नहीं है। विश्वकी अनेक चीजें एक-सी नहीं हैं इस कारण उपर्युक्त वातका आश्चर्य पैदा न भी हो। फिर भी वात आश्चर्यजनक थी ही। तारोंके तेज अलग-अलग रंगके होनेके अतिरिक्त कम या अधिक मात्रावाले भी हो सकते हैं। मगर एक ही रंगवाले तारोंके दो विभिन्न या स्पष्ट समूह हों यह वात बिल्कुल नई थी। हर्ट्ज़स्प्रंगने दिखाया कि अवकाशस्थित लाल तारोंमेसे कई एक अत्यंत तेजस्वी हैं तो कई धुंधले। उन्होंने तेजस्वी तारोंको विराट तारे कहा और निस्तेज तारोंको वामन।

सन् १९१३ का वर्ष महत्त्वका रहा जबकि अमेरिकन खगोलशास्त्री रसेल उपर्युक्त वातकी गहराईमे उतरे। आकाशके तारोंको निरपेक्ष वर्ग और वर्ण वर्गकी दृष्टिसे आलेखित करने पर उन्हें मालूम हुआ कि अकेले लाल तारे ही नहीं किन्तु नारंगी (क वर्ग), पीले (ग वर्ग) और पीतश्वेत (फ वर्ग) तारे भी तेजस्वी और निस्तेज ऐसे दो तारासमूहोंमें बँट जाते हैं।

इस आलेखसे कुछ और बातें भी जाननेमे आई हैं। उनमेसे एक बात यह है कि आकाशके अविकाश तारे तेज और रंगके क्रमको अनुसरनेवाले हैं। आकृतिमें (पृष्ठ ३४) इनको अवग्रह ५ द्वारा दर्शाया गया है। पहचाननेमे आसानी हो इस कारण इन तारोंको मुख्य श्रेणीके या समक्रम-तारे कहा गया है। दूसरी बात तापमान और तेजांककी है। कम तापमानवाले कई तारोंका निरपेक्ष वर्ग ऊँचा है, मतलब कि उनका तेजांक ज्यादा है। तारोंकी गरमी निक्षेप-शक्ति ज्यादा हो (या उनकी बाहरी सतहका क्षेत्रफल ज्यादा हो) तभी यह संभव है। इन सारी बातोंका अर्थ यह हुआ कि म, क, ग और फ वर्णवर्गके अति-तेजस्वी तारे हकीकतमे अति-विशाल सतहवाले बहुत बड़े तारे या विराट तारे होने चाहिये। आलेख द्वारा मालूम होता है कि इन तारोंके निरपेक्ष वर्ग १ से ३ तकके हैं। इतना ही नहीं उनका अपना अलग चौका (आलेखमे दाहिनी ओर) भी है। इन तारोंके तेजांक ६० से लेकर १२०० तकके हैं। सुप्रसिद्ध स्वाति और रक्तांगी रोहिणी इसी प्रकारके तारे हैं। तीसरी बात म, क, ग और फ वर्ण वर्गके कुछ तारोंकी है। ये तारे विराट तारोंसे भी ज्यादा ऊँचा तेजांक दर्शाते हैं। उनके निरपेक्ष वर्ग -५ से -८ हैं और उनका आलेखपट विराट तारोंके जैसा ही है।



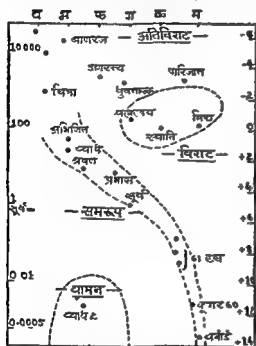
हेनरी नोरिस रसेल

तारकतेज और वर्ग : ३३

पारिजातक, आर्द्रा वगैरह इस प्रकारके अतिविराट तारे हैं। आलेखमें नीचेकी ओर बायीं तरफ 'वामन' सप्तामे तारे दर्शाये गये हैं। वामन तारे वास्तवमें उँचे तापमानवाले तारे हैं मगर उनके तेजाज बहुत कम है। इसका मतलब यह हुआ कि श्वेत वामनोक्ती प्रकाश छोड़नेवाली सतह बहुत ही कम है।

छात्रों को बातोंको कुछ और स्पष्ट करना आवश्यक है।

समक्रम तारोंका वर्ण-विस्तार पट गरम तारोंमे लेकर ठंडे तारो तकका है। उसने एक छोर पर बिनाद नीले तारे हैं और दूसरे छोर पर वामन लाल तारे। इन दोनोंके बीचमें सूर्यके



समान तारे हैं जिन्हें सूर्यमम या समरूप तारे कहा जाता है। म से फ वर्णवर्गवाले विराट और अतिविराट तारे समक्रम श्रेणी-वाले नीले और अतिनीले विराट तारोंमें भिन्न प्रकारके हैं। समक्रम नीले विराट तारोंको सिधुतारे कहा जाता है। जबकि उपर्युक्त म से फ वर्णवर्गवाले विराटतारोंको वयप्राप्त तारे कहा जाता है। वयप्राप्त तारे सामान्यतया ताराविस्फोटके केन्द्र भागोंमें अवस्थित हैं जबकि सिधुतारे उनकी भुजा-भागों में। तारोंके इन दोनों प्रकारोंकी चर्चा बादमें करेंगे।

विराट तारोकी तरह वामन तारोंके
 भी दो प्रकार हैं। श्वेत वामन और लाल
 वामन। वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि अपनी
 द्रव्यमपत्तिको बेगसे खर्च करनेवाले नीले
 विराट तारे अपने तेज और आघातनको
 धीरे-धीरे गँवाते हुए अन्तमें लाल तारे बन

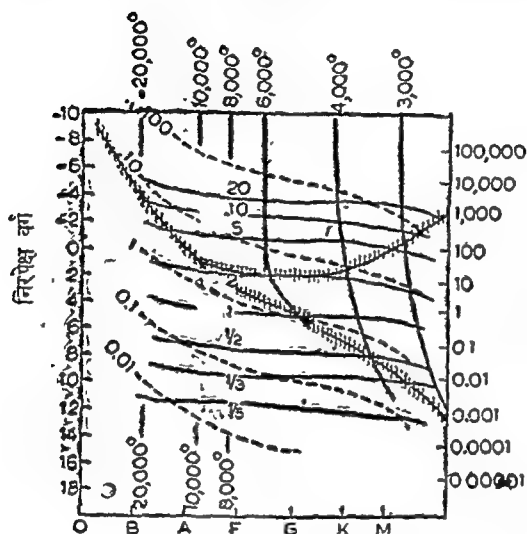
तारोंके निरपेक्ष बने (तेजाऊ) और बने बने (साधमानके
भापर पर रचा गया स्तेर-इत्युल्लंग-भावे)
जाते हैं। मतम्ब कि उनका उत्क्रान्तिवम सरल
ऐसा नहीं है। उत्क्रान्तिकी मीडियाँ उनसे सम्य
इवें वामन या क्ष-किरणी (एक-रे) तारोंमें
उत्क्रान्तिवाले नहीं हैं, वे उपविराट (विराटमें छो
वर्गोंकी भी रचना करते हैं।



तारोंकी उत्क्रांति सरल ढंगकी हो या पेचीदे प्रकारकी, रंग और तेजके हिसाबसे आकाशके सारे तारे तीन मुख्य प्रकारमें बँट जाते हैं। वामन, विराट और समरूप। तारोंका यह विभाजन तेजांककी दृष्टिसे जितना वास्तविक है उतना ही यथार्थ आयतनके हिसाबसे भी है।

हम देख आये हैं कि श्वेत वामनोंके तापमान ज्यादा होने पर भी उनकी सतह बहुत छोटी है। अधिकतर श्वेत वामनोंका द्रव्यसंचय सूर्यके द्रव्यसंचयके बराबर है। छोटे तारेमें यह बात

तापमान



निरपेक्ष वर्ग (तेजांक) और वर्ण वर्ग (तापमान)के आधार पर बनाया गया रस्ते-हट्टेखर्च-आलेख

विवरण-

- (१) कटी हुई रेखायें तारोंके द्रव्यसंचय (सूर्य-द्रव्यसंचय=१के हिसाबसे) दिखाती हैं।
- (२) पतली अखंड रेखायें तारोंके द्रव्यसंचय (सूर्य-द्रव्यसंचय=१के हिसाबसे) दिखाती हैं।
- (३) पतली खंडित रेखायें तारोंकी त्रिज्या (सूर्यत्रिज्या=१के हिसाबसे) दिखाती हैं।
- (४) ऊँची काली रेखायें तापमान दर्शाती हैं।

तभी संभवित हो सकती है कि जब उसका द्रव्य बहुत ही ठूस-ठूस कर भरा हुआ हो। दूसरे ढंगसे कहें तो यों कहा जायगा— श्वेत वामन तारेके द्रव्यकी घनता बहुत अधिक होगी चाहिये। व्याव युग्म तारा है। उसका साथी एक श्वेत वामन तारा है। इस वीनेकी द्रव्यसंपत्ति सूर्यके द्रव्यसंचयके बराबर है मगर उसका व्यास सूर्य-व्यासके ३७ वें भागका है। यों उस वामनका आयतन सूर्य-आयतनके हिसाबसे ५१,००० वें भागका है। इसका सीधा-सादा अर्थ यह हुआ कि व्यावके साथी तारेका द्रव्य सूर्यद्रव्यकी तुलनामें ५१,००० गुना और पानीके हिसाबसे ७१,००० गुना गाढ़ा है!

सभी श्वेत वामन एक-से गाढ़े नहीं हैं। कई ज्यादा ठोस हैं तो कई बहुत कम। सबसे ज्यादा विशिष्ट घनतावाला वामन तारा (एल ८८६-६ नामका) है जो आयतनकी दृष्टिसे हमारे चंद्रसे कुछ थोड़ा ही बड़ा है। इस वामनजीकी द्रव्यसंपत्ति सूर्यके हिसाबसे १.४ गुना है। हिसाब लगाने पर मालूम हुआ है कि इस वीने तारेकी विशिष्ट घनता ८,५४,००,००० है! इस तारेके चुटकी भर द्रव्यका वजन भी टन भर हो जायगा।

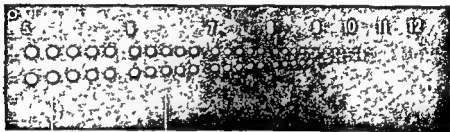
उपर्युक्त बातोंसे एक दूसरा इगारा मिलता है। तेजांक, आयतन और विशिष्ट घनता चाहे कम हो या ज्यादा, तारोंके द्रव्यसंचय उनके अनुपातमें नहीं है। आकाशके नव्वे फी सदी तारोंका (जिनमें विराट तारे भी शामिल हैं) व्यक्तिगत द्रव्यसंचय सूर्यके हिसाबसे $\frac{1}{5}$ से

तारकतेज और वर्ग : ३५

लेकर १० गुना तकका है। अतिविद्युत तारोंकी द्रव्यसंपत्ति सूर्यसंपत्तिसे ९ से ४० गुना (अपवाद रूपमें, किसी विद्युतकी द्रव्यसंपत्ति सूर्यसे १०० गुना तककी भी) है।

इन बातोंका क्या अर्थ हो सकता है?

ऊपरकी बातोंसे हमें यह मालूम होता है कि तारोंके द्रव्यसंचयको वरामें रखनेवाली कोई मुदरती व्यवस्था अस्तित्वमें है। तारोंको एक हृदये बढा न होने देनेवाली कोई शक्ति काम कर रही है। वैज्ञानिक लोग इस शक्तिको 'विकिरण दबाव' कहते हैं। धूमकेतुमें उत्पन्न होनेवाले वायुको दूर-दूर तक धकेलकर धूमकेतुपुच्छ उत्पन्न करनेवाली सूर्यकी विकिरण शक्तिका हमें परिचय है। सूर्यके केन्द्रभागका तापमान दो करोड़ अंश से अधिक है। और वहाँका



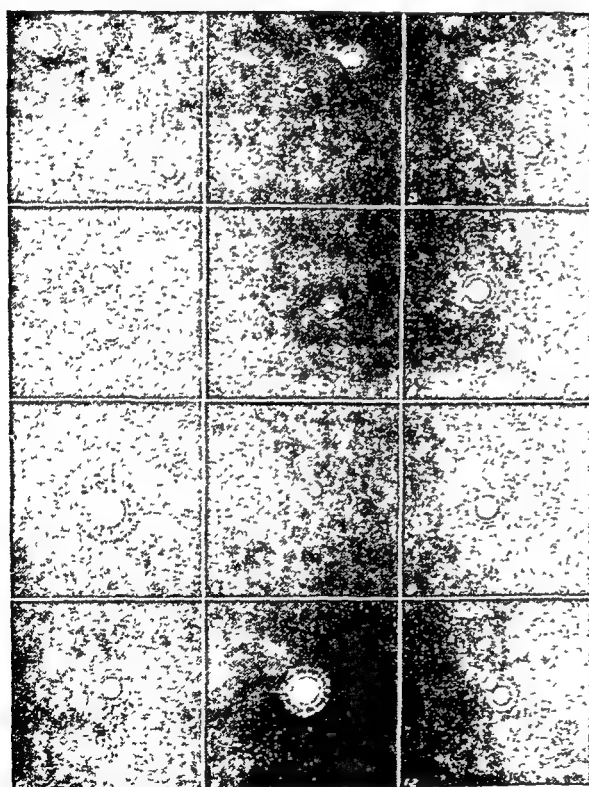
तारकवर्ग

विकिरण दबाव हर वर्ग सेन्टिमीटर पर २० लाख टन है। सूर्यमें ज्यादा द्रव्यवान तारोंके केन्द्रीय तापमान इससे भी ज्यादा है। अब कल्पना कीजिये कि सूर्य सरीखे किसी तारेका केन्द्रीय तापमान दुगुना या त्रिगुना हो जाता है। इस परिस्थितिमें विकिरण दबावका क्या होगा? विकिरण दबाव तापमान बढ़ने पर उसके चतुर्घातके अनुपातमें बढ़ता है। तापमान दुगुना होने पर विकिरण दबाव १६ गुना और त्रिगुना होने पर वह ८१ गुना हो जाता है। मतलब यह कि कोई तारा ज्यादा द्रव्य इकट्ठा करके बहुत भारी बननेका प्रयत्न करेगा तब उसकी आंतरिक विकिरण-शक्ति उसके रास्तेमें रोका अटकायेगी। हृदये ज्यादा द्रव्य-जमावका वह सामना करेगी और वो तारेमें बलकी समतुल्य स्थापित होगी। अगर उसमें उसे सफलता न मिली तो मूल तारेको वह दो, तीन या चार तारोंवाले बड़ल तारेमें फलट देगी।

हमारे सूर्यको ऐसी कोई दबावरूपी सजा होनेवाली नहीं है अंसा आश्वासन रखना हमारे लिये उचित होगा?

६. ताराविश्वकी समृद्धि

निरभ्र अंधेरी रातको आकाश तारोंसे आच्छादित दिखाई देता है। आकाशमें तारे सब जगह एक-से बिखरे हुए नहीं हैं। किसी जगह वे ज्यादा संख्यामें हैं तो किसी जगह कम। कई स्थान ऐसे भी हैं जहाँ तारे नजर आते ही नहीं हैं। मगर ये सारी जगहें एकदम तारेरहित हैं ऐसा नहीं कहा जा सकता। इन स्थानोंमें तारे अवश्य होते हैं मगर वे अत्यंत निस्तेज



विभिन्न तारकयुग्म

होनेके कारण नग्न आँखोंसे दिखाई नहीं देते हैं। वायनो-क्युलर या दूरबीनसे देखने पर तारारहित स्थानोंमें भी अनेक तारे नजर आते हैं। ये तारे एक-से न होकर अनेक रंगके और विभिन्न ढंगके होते हैं।

दूरबीनसे तारा-दर्शन करनेमें निस्तेज तारोंके प्रत्यक्ष होनेके अलावा एक और फायदा भी होता है। नग्न आँखोंसे देखने पर जो तारे एक दूसरेसे सटे हुए मालूम होते हैं वे एक दूसरेसे अलग दिखाई देते हैं। और इस प्रकार वे सचमुच युग्म या बहुल तारे हैं या नहीं उसकी जानकारीके साथ-साथ उनके आपसके अंतरोंका भी हमें खयाल आता है।

आकाशमें तारोंके सिवा प्रकाशकी लीपाईवाला एक सफेद पाट देखा जाता है। क्षितिज-के एक स्थानसे दूसरे स्थान तकका आकाशी पुल रचनेवाले इस आकाशीय पाटको आकाशगंगा

ताराविश्वकी समृद्धि : ३७

नाम मिला है। मग्न आवाको सुन्दर दिखाई पड़नेवाले दम पाटका मही स्वरूप दूरवीनोंकी मददमे ही समझा गया है। दूरवीनमे आकाशगंगाको देखने पर उसका सफेद पाट गायब हो जाता है और उसके स्थान पर एक दूसरेके नजदीक बड़े हुए अमणित तारे देखनेको मिलते हैं। आकाश-गंगाके ये मारे तारे एक-मे नही हैं। कई बड़े हैं तो कई छोटे। कई हमसे नजदीक हैं तो कई हममे दूर। यह होते हुए भी वे हैं सभी अपने विश्वके ही तारे। आकाशगंगाके पाटमे अलग, आकाशमें तिनर-वितर तारे हैं। इन तारोको दूरवीनमे देखने पर उनके बीचमें भी अनेक तारे नजर आते हैं। मग्न आवाको और दूरवीनोंके द्वारा जो तारे हम देख पाते हैं वे सभी मिलकर एक बड़े ताराविश्वकी रचना करते हैं। इस विश्वको 'मदाकिनी विश्व' नाम दिया गया है। हमारा मूल्य इस विश्वका ही एक सदस्य है। मदाकिनी विश्वमें छोटे बड़े मिलकर करीब १०० अरब तारे हैं।

वामन, विराट और भयस्वर तारा प्रकारवाले अपने ताराविश्वके तारे रूप और गुणकी दृष्टिसे भिन्न भिन्न विशिष्टताओमे युक्त हैं। इन विशिष्टताओमें एक युग्म या बहुत तारा होनेकी है। युग्म तारेमें दो तारे होते हैं जो अपने गुरुत्वकेन्द्रके इर्दगिद चक्कर काटते रहते हैं। युग्म तारेके दोनो तारे आयतन या तेजस्वितामें एक-मे नही होते हैं। रूप और रंगमें वे एक दूसरेमे एकदम विभिन्न भी होते हैं। बहुत तारेमें दोमे अधिक तारे होते हैं। तीन या चार तारोमे बने बहुत तारे सामान्यतया पाये जाते हैं। हमारा ध्रुवतारा चार तारोसे मिलकर बना हुआ बहुत तारा है। मिथुन मडलका प्रकृति तारा छ तारोसे मिलकर बना हुआ सबद्ध तारा है। वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि आकाशके तारोमेंमे पाचवें भागके तारे युग्म या जुम्में तारे हैं।

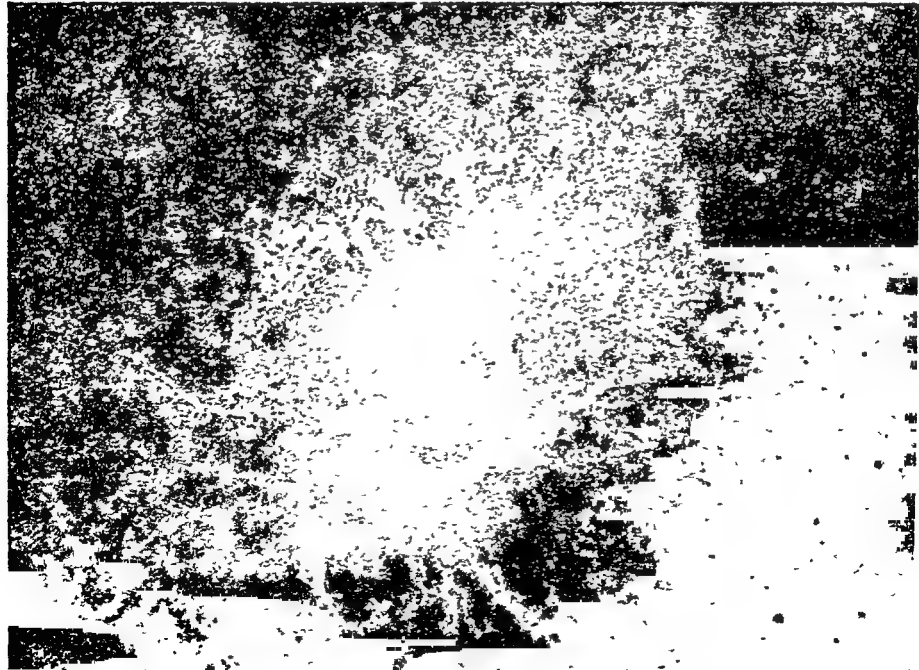
रूपविहारी तारे आकाशके विशिष्ट तारे हैं। उनके तेजमें विकार होता रहता है। वे कभी निम्नेज तो कभी तेजस्वी हो जाते हैं। रूपविहारी तारोंका तेजविकार प्रमित रूपका नही है। कई रूपविहारीके तेजविकार निरन्तर अनियमित ढंगसे होते हैं। तेजकी कमीबंदी कई तारोमें बहुत अन्य समयमें होती है तो कई तारोमें लंबे अरसेके बाद। गुणमेदके हिमावसे रूपविहारी तारोंके छ प्रकार मालूम हुए हैं। (१) बीणा प्रकार, (२) वृषपर्वा प्रकार (३) प्रहणवर्गी, (४) अनियमित (५) दीर्घकालीय और (६) अनिश्चितकालीय। इनमेंमे कई रूपविहारीकी रूपविकार-समय शायद ही २० घंटेका हो। वृषपर्वा प्रकारके तारे आकाशीय अंतर नापने के मापदण्डका काम देने हैं। इन तारोंका रूपविकार-समय दो दिनोंमे लेकर डेढ़ मास तकका होता है।

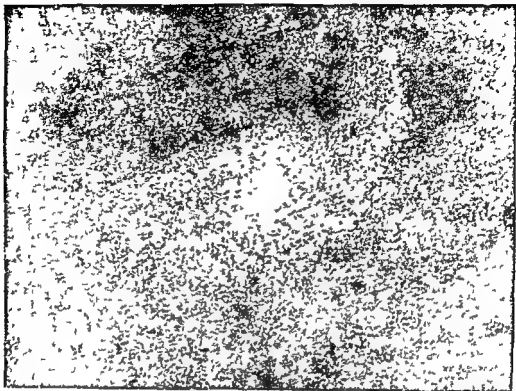
स्फोटक तारे आकाशके विशिष्ट अंग हैं। थोड़े-थोड़े समयके बाद थोड़ी शक्तिका उत्सर्ग करनेवाले स्फोटक तारे अपने विस्फोटोंके समय सुूयसे २० हजारमे लेकर ५० हजार गुना तेजस्वी हो जाते हैं। अपवादरूप कुछ स्फोटक तारे लाख गुना तक प्रकाशित हो जाते हैं। ये तारे तारे विस्फोटोंके बाद 'जैसे थे' की मूल स्थितिवाले हो जाते हैं। स्फोटक तारोंके सिवाय आकाशमें परम स्फोटक तारे भी हैं। हाँ, उनकी सख्या स्फोटकोंके हिमावसे बहुत ही कम है। परम स्फोटकोंका विस्फोट केवल एक ही बार होता है और वह बहुत ही प्रचंड रूपमें होता

मृग निहारिका

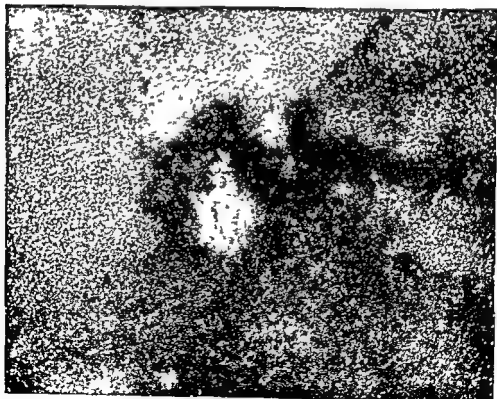


कर्क निहारिका





प्रयोग ताराविद्य



संघर्ष निहारिका

है। विस्फोटके समय परम स्फोटक तारे दस करोड़ सूर्य-तेजवाले हो जाते हैं। ज्यादा आश्चर्यकी बात यह है कि विस्फोटके बाद ये तारे नामशेष हो जाते हैं। उनके स्थानमें तब केवल वायु-वादल ही नजर आते हैं। कर्क निहारिका (प्लेट ५) ऐसे ही एक परम स्फोटकका अवशेष है।

उपर्युक्त तारोंके अलावा आकाशमें गुटवंदी करनेवाले तारकुच्छ और तारासंघ बनाने-वाले तारे भी हैं। गुच्छ या संघके तारे करीब एक-सी गतिसे अवकाशमें यात्रा करते हैं। फर्क सिर्फ इतना है कि तारागुच्छके तारे एक ही तारासमूहके तारे हैं मगर तारासंघके तारे ऐसे नहीं हैं। तारासंघमें दो या ज्यादा तारामंडलोंके तारे होते हैं। मंदाकिनी विश्वके प्रख्यात तारासंघ रोहिणी, सप्तर्षि और स्वस्तिक हैं।

मगर यह हुई सिर्फ तारोंकी बात। आकाशमें अकेले तारे ही हैं ऐसा नहीं है। तारोंके अलावा उन तारोंमें फैले हुए छोटे-बड़े वायुवादल और अंतर्तारकीय वायु भी मौजूद हैं। वायुवादल तारोंकी तरह एकदम हमारा ध्यान आकर्षित करे वैसे आकाशीय घटक नहीं हैं। फिर भी उनके अस्तित्वके कारण अपना मंदाकिनी विश्व भरापूरा या आवाद मालूम होता है। तारोंको अगर नकद घन कहें तो वायुवादल अमानत घन हैं। अमानत द्रव्यके रूपमें वायु-वादलोंका विशेष महत्त्व है।

तारोंके बीच फैले हुए उपर्युक्त वायुवादल रूपरंगमें तारोंकी तरह एक-से नहीं हैं। नग्न आँखसे दिखाई देनेवाले वायुवादलोंमें कृत्तिका और मृगपुच्छके वायुवादल दर्शनीय पदार्थ हैं। दूरबीनोंसे देखने पर इनका अलौकिक रूप-वैचित्र्य प्रकट होता है। आकाशगंगा-पाट अनेक उज्ज्वल वादलोंसे समृद्ध है। आकाशगंगामें केवल उजले वादल हैं ऐसा नहीं है। उसके पाटमें सुराखोंकी तरह अनेक स्थानोंमें काली जगहें दिखाई देती हैं। वास्तवमें ये सभी काले वायु-वादल हैं। आकाश स्थित इन काले और सफेद वायुवादलोंको निहारिकाएँ कहा गया है।

निहारिकाएँ वायुओंसे बनी हुई हैं। इन वायुओंका द्रव्य बहुत ही पतला होता है। पृथ्वीकी हमारी प्रयोगशालाओंमें उत्पन्न होनेवाले उत्तम शून्यावकाशका विशिष्ट गुस्त्व 10^{-11} (पानीके हिसाबसे दस हजार अरबवें भागका) है। निहारिकाओंके वायुओंका विशिष्ट गुस्त्व उससे भी करोड़वें भागका है। निहारिका द्रव्य वास्तवमें इतना पतला होता है कि उसके परमाणुओंको एक-एक करके गिना जा सकता है और उसके एक घन-सेन्टिमीटर जगहमें केवल एक हजार परमाणु होते हैं। याद रहे कि हमारे सरके एक बालकी मोटाई, सवा तीन लाख परमाणु-ओंको एक पंक्तिमें बिठानेसे बनती है! परमाणुओं और बूलिकणोंका उपर्युक्त पतला द्रव्य लंबे-चौड़े फैलाव जमाकर विशाल वायुवादलों या निहारिकाओंका रूप धारण करता है।

रूपभेदकी दृष्टिसे निहारिकाओंके 'श्वेत' और 'श्याम' ऐसे दो प्रकार माने गये हैं। सामान्यतया श्याम निहारिकाओंकी संख्या ज्यादा है। वैसे तो इन दोनों निहारिकाओंकी संरचना एक ही प्रकारकी है मगर अप्रकाशित रहनेके कारण श्याम निहारिकाएँ काली दीखती हैं।

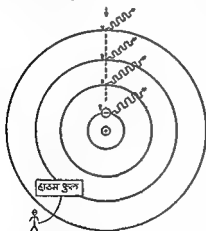
अपने अंदर या नजदीकके तारोंके प्रकाशके कारण श्वेत निहारिकाएँ चमकती हैं। चमककी भिन्नताके कारण इन निहारिकाओंके दो वर्ग माने गये हैं। एक वर्ग प्रकाशका परावर्तन

करनेवाली निहारिकाओंका है और दूसरा स्वय-नेत्रस्वी या खुद प्रकाश फैकनेवाली निहारिकाओंका है। पहले बगरी निहारिकाओंमें धूरका प्रमाण ज्यादा होता है जबकि दूसरेमें वायुका। यह फकत एक और बातको इंगित करता है। परावर्ती निहारिकाओंका सबब $14,000$ से ग्रे से कम गरम तारोंके साथ होता है मगर स्वयप्रकाशी निहारिकाओंका नाता ज्यादा गरम— $30,000$ से $50,000$ से तापमानवाले—तारोंके साथ होता है। वर्णपटकी भाषामें कहें तो यो कहा जायगा कि परावर्ती निहारिकाओंका वर्णपट काली रेखाओंवाला शोषक (absorptive) वर्णपट है मगर स्वयप्रकाशी निहारिकाओंका वर्णपट चमकती रेखाओंवाला उत्सर्जनशील (emissive) वर्णपट है। कृत्तिका मंडलकी निहारिका शोषक प्रकारकी है मगर मृग-मंडलकी श्वेत निहारिका उत्सर्जनशील वर्णकी है।

यहां उत्सर्जनशील निहारिकाओंके बारेमें कुछ मोचेंगे।

उत्सर्जनशील निहारिकाओंके वर्णपटमें हरी रेखाएँ दिखाई देती हैं। पृथ्वी परका कोई तत्त्व हरी वर्णपट रेखाएँ नहीं दिखाना या दमलाना हरी रेखाएँ दिखलानेवाले दम तत्त्वको वैज्ञानिकोंने 'नेब्युलियम' नाममें पहचाना। बादके शोधोंमें मालूम हुआ कि वास्तवमें ऐसा कोई नया तत्त्व ही नहीं। नेब्युलियम एक ज्ञान-तत्त्वका विवर्धित रूप ही है। वह तत्त्व है हाइड्रोजन।

उत्सर्जनशील निहारिकाओंके भीतर और नजदीकमें जो तारे हैं वे अल्फाबोलेट किरणोंको फैकनेवाले गरम तारे हैं। ऊँचे तापमानवाले ये तारे छोटी तरंगदैर्घ्यवाले प्रकाशकणोंको विकिरित करते हैं। ये प्रकाशकण बहुत ही जोरदार होते हैं। फल यह होता है कि तारोंके नजदीक के वायुवादाश्के परमाणु टूट जाते हैं। परमाणुओंमें अलग होनेवाले इलक्ट्रॉन बापम परमाणु-नाभिके माप जुड़नेका प्रयत्न करने रहते हैं। परमाणुओंकी इस तोड़-झाँटकी प्रक्रियाके कारण ऊर्जा प्रपात बढ़ने लगते हैं। और ऊर्जा प्रकटनेमें उत्सर्जनशील निहारिकाएँ स्वयज्योतिका स्वरूप धारण करती हैं। लक्ष्य दूर होनेपर भी गरम तारे वायुवादलोंको उत्तेजित करने हैं। सामान्य अंदाज यह है कि $10,000^\circ$ से तापमानवाले 8 वर्णवर्गके तारे $1\frac{1}{2}$ प्रकाशवर्ष दूर तक उत्तेजना पहुँचा सकते हैं जबकि $25,000^\circ$ से तापमानवाले 8 वर्णके तारे 40 प्रकाशवर्ष दूर तक। $60,000^\circ$ से या उससे ज्यादा ऊँचे तापमानवाले तारोंकी बात निराली है। वे 150 प्रकाशवर्षसे लेकर 500 प्रकाशवर्ष दूर तक अपनी सत्ता चलाते हैं। ऐसे गरम तारोंके अगर



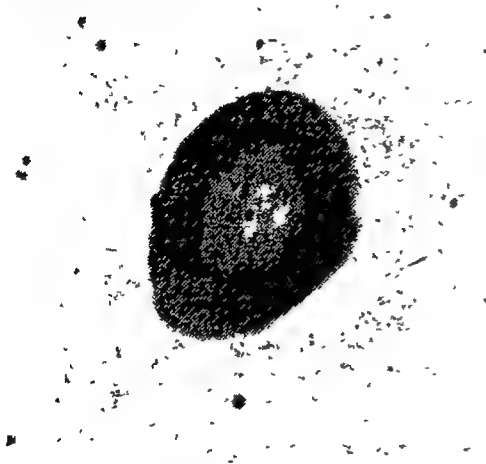
शक्ति निर्गम

वही गुच्छ हों तो उनके द्वारा होनेवाली वायुमण्डलोंकी दुर्दशाका पूछना ही क्या? वायुवादलोंके आन्तरों पर हाइड्रोजन बर्तुलोंके रूपमें उभे अविनश्वर होता देखा जाता है। आकाशगंगाके हम (शर, बीणा, लोमशके साथ) विस्तारमें हाइड्रोजनके बड़े वृत्त देमे गये हैं। अति ऊँचे तापमान

पर आयनित होनेवाला हाइड्रोजन ही ऐसे वृत्तोंकी रचना करता है। इन वृत्तोंके अस्तित्वसे ही अपने मंदाकिनी विश्वके वायुमुजाये होनेका साबित हो सका है।

२० से २५ प्रकाशवर्षके लंबे-चौड़े विस्तारवाली मृग श्वेत निहारिका रूपहली तो है ही : उसके अतिरिक्त उसकी एक और विशिष्टता है। मृग श्वेत निहारिकामे नए तारे जन्म पा रहे हैं !

दृष्ट प्रकारके रूपविकारी तारोंको शिशु तारे माने गये हैं। सन १९४७ में मृग निहारिकाके विस्तारमे, एक जगह तीन शिशु तारोंका एक समूह देखा गया था। सन १९५४ में उसी विभागका पुनर्निरीक्षण करने पर मालूम हुआ कि वहाँ तीन के बजाय पाँच शिशु तारे



बीणा बल्यनिहारिका

सकता है इस बातका यह अच्छा उदाहरण है।

श्वेत निहारिकाओंका एक प्रकार ग्रहरूप निहारिका है। ग्रहरूप निहारिकाके केन्द्रमे एक तारा होता है। ऐसी निहारिकाओंको दूरबीनसे ही देखा जाता है और उस वक्त वे तेजस्वी चक्रके रूपमें दिखाई पड़ती हैं।

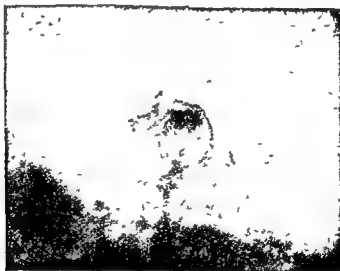
ग्रहरूप निहारिकाका विस्तार १ से २ प्रकाशवर्षका होता है। इस निहारिकाका द्रव्य अत्यंत पतला होता है और वह हर सेकंड १० से ५० किलोमीटरके हिसाबसे आकाशमें फैलता रहता है। केन्द्रस्थ तारेके कारण ही यह विस्तरण होता है। ४०,०००° सें. से लेकर १,७०,०००° सें. तकका तापमानवाला यह तारा आम तौर पर अति विराट लाल तारा होता है। तारेसे उत्पन्न होनेवाले अल्ट्रावायोलेट किरणोत्सर्गके कारण निहारिकाका द्रव्य उत्तप्त होकर दूर-दूर सरकता जाता है। ग्रहरूप निहारिकाका ज्यादातर द्रव्य आयनित हाइड्रोजन है।

ग्रहरूप निहारिकाको चमकानेवाला तारा वयप्राप्त वृद्ध तारा होता है। इस प्रकारके तारे सामान्यतया मंदाकिनी विश्वके केन्द्रके समीप ज्यादा प्रमाणमें पाये गये हैं। उनकी इस प्रकारकी

अवस्थितिके कारण मदाकिनी विश्व अपने अन्त पर भ्रमण करता है उमगा और उसका भ्रमणकेन्द्र धनु राशिमें होनेका पता चला है।

निरीक्षणोमे मातूम हुआ है कि ग्रहरूप निहारिकाका केन्द्रकीर्ति तारा निहारिकाके विक्षिप्त होनेके साथ उन्नानि करता रहता है। अपने-आप धीरे-धीरे पठ्टता जाता यह तारा आखिरमें श्वेत वामनका रूप धारण करता है। मगर इस दरमियान विद्युत्-चुम्बकीय बलका जो श्रिया-कलाप वह दिवाता है उसने साविन किया है कि आकाशके तारे केवल गरमी और प्रकाश देनेवाले ज्योति ही नहीं लेकिन भौतिक खगोलवेत्तायाका अपनी विशेष पट्टचान पानेका आह्वान देनेवाले कुदरती घटक हैं। ग्रहरूप निहारिकाआकी उम्र २०,००० बरकी मानी गई है। इसका एक अर्थ यह है कि अवकाशमें अवस्थित ग्रहरूप निहारिकाओंकी सख्याको अपर कायम रहना है तो प्रतिवर्ष ३ नई निहारिकाओंका जन्म लेना चाहिये। अगर यह सही है तो उनका इस प्रकारका आविर्भाव कुदरत किम ढगमे करती होगी? केन्द्रस्थानमें पुरातन तारा और उसके इंदगिद नूतन बायुपिण्डका संयोजन वह किम तरह करती होगी? ये और दूसरे ऐसे प्रश्न अनुत्तरित ही रहे हैं।

श्याम निहारिकाओंको श्वेत निहारिकाआकी तरह ज्यादा प्रसिद्धि नहीं मिली है। श्याम निहारिकाओंमें प्रसिद्ध स्वम्भिककी काजऊँगी, मृगकी अश्वशीप निहारिका, मघधरकी श्याम



अश्वशीप निहारिका

निहारिका बंगरह है। श्याम निहारिकायें बिलकुल स्पष्ट नहीं होती हैं। केमरेको उनकी ओर लगे अरसे तक खुला रख कर लिये गये फोटोग्राफमे मालूम हुआ है कि श्याम निहारिकायें भी तारे अवस्थित हैं। रेडियो दूरवीनसे मालूम हुआ है कि श्याम निहारिकाओंके पीछे भी तारे हैं। इन हकीकतोंके आधार पर हम कह सकते हैं कि श्याम निहारिका प्रकाशको रोकनेका नहीं लेकिन छाननेका काम करती है। श्याम निहारिकायें अगर कोई रूपविकारी या स्फोटक

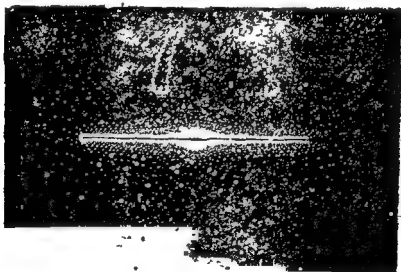
तारा चमक उठे तो उसकी गरमीके कारण ग्याम निहारिका अपना श्याम बुरका उतारकर श्वेत निहारिकाका रूप धारण करनेमें जरा भी हिचकिचाहट, विलंब या सकोच न करेगी।

अवकाशमें जिन जगहोंमें श्वेत और श्याम निहारिकाये नहीं हैं वहाँ तारोंके बीच अंतर्तारकीय द्रव्य है ही। यह द्रव्य दूर-दूरके तारोंके प्रकाशको सुखं बनाता है और यों उनके दूरत्वको नापनेमें तकलीफ खड़ी करता है। निहारिका-द्रव्यके हिसाबसे अंतर्तारकीय द्रव्य १००० वाँ भाग पतला है। मगर यही नगण्य द्रव्य कभी-कभी वायुवादलोंका रूप धारण करके तारोंको जन्म देनेवाली श्वेत निहारिकाओंमें पलट जाता है। तारोंके बीच अवस्थित उपर्युक्त वायुद्रव्य और हाइड्रोजनके बादल विशाल तारासृष्टिकी तुलनामें चाहे क्षुद्र भले ही माने जायें उनकी कुल द्रव्य-संपत्ति १०० अरब तारोंको उत्पन्न करनेका सामर्थ्य रखती है।

हमने यहाँ अपने ही ताराविश्वकी वायुसंपत्ति और निहारिकाओंकी बात की। मगर आकाशमें यह अकेला ही विश्व नहीं है। आकाशमें और अनेक ताराविश्व हैं और उनमें भी वायुवादल या निहारिकाये हैं। ताराविश्वोंको नग्न आँखोंसे देख पाना अशक्य है। छोटी दूरबीनों से देखने पर वे वायुपिंड या वायुवादल जैसे दीखते हैं। इसी वजहसे ताराविश्वोंकी शुरुआतकी खोजोंके दिनोंमें उनको भी निहारिकाये करार कर दिया गया था। बादमें उनके स्वरूप स्पष्ट होने पर उनको अलग निहारिकायें या वहिर्विश्व निहारिकायें कहा गया। मगर इन तारा-विश्वोंमें श्याम और श्वेत वायुवादल हैं इसीलिये इस बातको खयालमें लेकर अब निहारिका शब्दका प्रयोग ताराविश्वोंमें आए हुए वायुवादलोंके लिये ही किया जाता है।

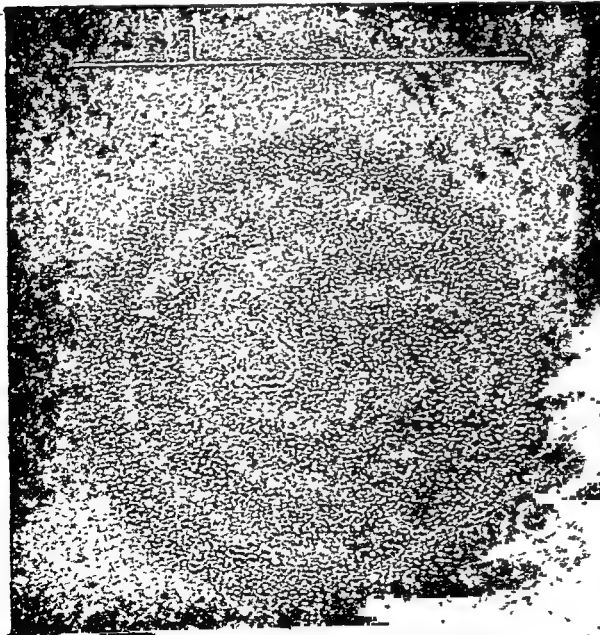
७. मंदाकिनी विश्वका स्वरूप

अपने ताराविश्वमें सौ अरब तारे और उतने ही और तारोंको जन्म दे सकनेवाले निहारिका-द्रव्य होनेकी वान पड़कर, स्वामाविश्व प्रस्तुत होगा कि यह सब कैसे योजित किया गया होगा? मनुष्यकी दृष्टिशक्ति कुछ सीमा तक भर्वाहित है। नग्न आँखमें ५०० प्रकाशवर्ष की दूरीवाले शून्य (०) निरपेक्ष बगचे तारोंको हम देख सकते हैं। इन तारोंमें अधिक दूरके आकाशको देखनेके लिये दूरबीनका उपयोग अनिवार्य है। दूरबीनोंमें आकाशदर्शन करनेपर मालूम हुआ है कि आकाशके तारे मिलकर मण्ड आकारका ताराविश्व रचते हैं। फूली हुई पूटीके आकारवाले इस मंदाकिनी विश्वका ध्याम १,००,००० प्रकाशवर्ष है और उसके मध्यभागकी मोटाई १५,००० प्रकाशवर्ष है। अपना मूल मंदाकिनी विश्वका ही एक तारा है और विश्व केन्द्रमें वह ३०,००० प्रकाशवर्ष दूर अवस्थित है। सूर्यके चारों ओरके ताराविश्वकी मोटाई २,५०० वर्षके करीब है। नीचे दिये गये चित्रमें सूर्यका स्थान तीर (↓) से दिखाया गया है।



मंदाकिनी विश्वका स्वरूप

मंदाकिनी विश्वके चित्रको गौरसे देखने पर मालूम होगा कि मण्ड आकारके इस विश्वके बाह्यके क्षेत्रमें भी तारोंका अस्तित्व है। अगर ये सभी मन्वाखन अवस्थित नहीं हैं, वे

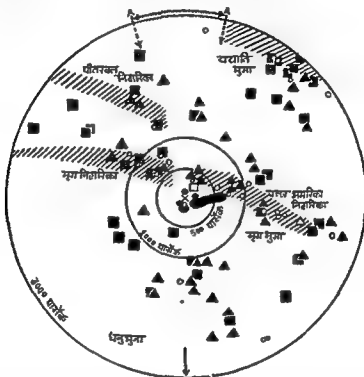


छितरे हैं। (चित्रमें बड़े वर्तुलाकारमें जो बिन्दु हैं वे सघन तारकगुच्छ हैं। इन गुच्छोंमें अनेक तारे छोटी जगहमें एकसाथ जमे हुए हैं।) विश्व संपुटके चारों ओरकी इस सारी तारासृष्टिको मंदाकिनी विश्वका प्रभामंडल कहें तो हमारे विश्वका समग्र गोलाकार स्वरूप हमारे सामने प्रकट हो जायगा। वैसे प्रभामंडलकी तारासंपत्ति बहुत ही कम है फिर भी वह विलकुल असमृद्ध नहीं है। प्रभामंडलमें जो सघन तारागुच्छ हैं वैसे तारकगुच्छ मंदाकिनी विश्वमें और कहीं भी नहीं हैं। एक बात और भी है। प्रभामंडलमें नामके भी वायुवादल नहीं हैं। इधर-उधरके अंतर्तारकीय वायुकणोंको छोड़ दें तो प्रभामंडलकी ९९ प्रतिशत संपत्ति तारोंकी—और वह भी अधिकांशतः लाल विराट तारोंकी—है।

मंदाकिनी विश्वके दो पहलू
(तोरछा और ऊपरसे देखने पर)

मंदाकिनी विश्वका स्वरूप : ४५

मदाकिनी विश्वका सपुट विभाग विभिन्न प्रकारके तारे, तारागुच्छ, तारावादल, निहारिकायें, अनन्तरीय वायु वर्णरङ्गी भारी समृद्धिवाला है। अवकाशस्थित अन्य ताराविश्व भी इसी प्रकारकी संपत्तिवाले हैं। ये ताराविश्व सामान्य गैदकी तरह गोलकार नहीं हैं मगर केन्द्रसे निकले हुए और केन्द्रके चारों ओर लिपटनेवाले बाहुयुक्त गैदके आकारके हैं। यह भी पता चला है कि ताराविश्वोंके इन बाहुओंमें जो वायुवादल हैं उनमें अति गरम व और ओ वर्ण वर्णके नीले तारे हैं। यही नहीं इन ताराके चारों ओरके विस्तारमें अवकाशी तारगुच्छ भी मौजूद हैं। विराट नील तारे और अवकाशी तारगुच्छ हमारे मदाकिनी विश्वमें भी हैं। क्या इससे हम यह अनुमान कर सकते हैं कि अपने ताराविश्वके भी वायुमुजाएँ हैं?



मदाकिनी विश्वकी वायुमुजाएँ

अति गरम तारोंके और आयनित हाइड्रोजन वायुके निरीक्षणोंमें पता चला है कि अपने मदाकिनी विश्वके भी वायुमुजाएँ हैं। हमारा सूर्य उसकी एक वायुमुजाके नजदीकमें है। इस वायुमुजामें कृत्तिका और मृग मंडलकी निहारिकाओंके अतिरिक्त हम मंडलके निहारिका-क्षेत्रका भी समावेश होता है। रेडियो-ट्रैक्कीनोंमें, अवकाशस्थित सिधिल हाइड्रोजनका और स्पाम निहारिकाओंके पीछे आये हुए तारोंके अस्तित्वका पता लगने पर मदाकिनी विश्वकी मुजाओंके खोजकार्यको बहुत बल मिला। और उमीके अनुसंधानमें धनुमुजा और चर्यानीमुजाके अलावा अन्य दो विश्वमुजाओंका भी आविष्कार हो सका है।

विश्वभुजाये सामान्यतः १०,००० प्रकाशवर्ष लंबी और ५०० प्रकाशवर्ष चौड़ी होनेका मालूम हुआ है। चाक्षुष-दूरबीने इन भुजाओंके केवल छोरको ही देख पाती है, उनके आर-पारका कुछ नहीं। विश्वभुजाओंमें अवस्थित शिथिल हाइड्रोजनका और व और ओ वर्ण वर्णके अति गरम तारोंका पता रेडियो-दूरबीनके द्वारा चला है और यों मंदाकिनी विश्वका चित्र और भी स्पष्ट हुआ है। हाँ, एक बात सही है कि केन्द्रसे ४०,००० प्रकाशवर्षसे भी ज्यादा दूरकी विश्वभुजाओंका पता लगाना अभी बाकी ही है।

मंदाकिनी विश्वके बीचके भागमें तारोंकी भीड़भाड़ प्रतीत होती है मगर वास्तवमें वैसा नहीं है। विश्वकेन्द्रके आसपासके ६ से ७ हजार प्रकाशवर्ष मोटाईके और १६ हजार



प्रकाशवर्ष व्यासवाले अंडाकार विभागमें १० अरब तारे हैं।

और वे सभी एकदूसरेसे काफी अंतर पर हैं। उनके आपसमें भीड़भाड़ जैसा है ही नहीं।

इन तारोंके बीचमें अंतर्तारकीय द्रव्य मौजूद है या नहीं इसका फैसला नहीं हो सका है। कई

निरीक्षकोंका अनुमान है कि मंदाकिनी विश्वके केन्द्रभागमें

उत्पन्न होकर विश्वभुजाओंकी ओर पसरनेवाले हाइड्रोजनका

वहाँ अस्तित्व है मगर यह वायु किस प्रकार उत्पन्न होती

है उसका कोई कारण अभी तक समझमें नहीं आया है।

दूर दूरके ताराविश्वोंके निरीक्षणोंसे भी इसमें सहायता

नहीं मिली है। सामान्यतया यह माना जाता है कि तारा-

मंदाकिनी विश्वका बाहु-स्वरूप
(वर्तुल सूर्यका स्थान दर्शाता है।)

विश्वोंके केन्द्रोंमें वायु नहीं होती है।

सौ अरब तारेवाला हमारा ताराविश्व अक्षभ्रमण करता है।

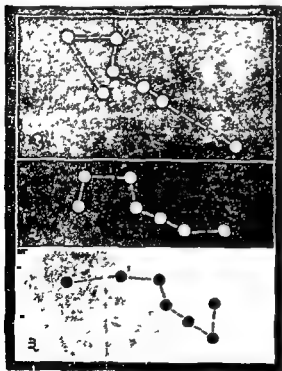
प्रश्न उठेगा कि वह मालूम हुआ किस तरह?

सूर्यके इर्दगिर्दके तारोंकी गतियोंके कारण ताराविश्वके अक्षभ्रमणका पता चला है।

मंदाकिनी विश्वका स्वरूप : ४७

महाकिनी विश्वका अक्षभ्रमण अवलम्बित पदार्थोंके भ्रमण जैसा नहीं है। हमारे विश्वका अक्षभ्रमण-वेग केन्द्रोंके समीप बहुत कम है मगर केन्द्रमें दूर हटने पर वह द्रमित्र रूपमें बढ़ता जाता है। केन्द्रसे २१,००० प्रकाशवर्षकी दूरी पर वह सबसे ज्यादा हो जाता है और आगे बढ़नेके बजाय घटने लगता है। विश्वके छोर तक पहुँच कर वह बहुत ही कम हो जाता है। महाकिनी विश्वमें सबसे ज्यादा वेग हर सेकंड २१० कि.मी.टरका है। हमारा सूर्य जहाँ अवस्थित है वहाँका वेग हर सेकंड २०० किलोमीटर है। इतना वेग धारण करने पर भी सूर्यवाले विश्वभागकी विश्वकेन्द्रका एक पूरा चक्कर काटनेमें २२ करोड़ वर्षका समय लगता है। सूर्यकी उम्र ७ अरब वर्षकी मानी जाय तो अपने जन्मे बाद सूर्यने महाकिनी विश्वके ३० ही चक्कर काटे समझे जायेंगे। सूर्यका अस्तित्व २०० चक्कर और काटने तक टिकनेका अंदाजा है। महाकिनी विश्वके छोर पर जो तारे हैं उनको एक विश्व-चक्कर पूरा करनेमें करीब ३७ करोड़ वर्ष लग जाते हैं।

विश्वभ्रमणके अनुसंधानमें दो तीन अन्य बातें जानना रम्यप्रद होगा। इनमें एक बात है विश्ववाहुअर्थ प्रसरणकी। अक्षभ्रमणके कारण विश्वभुजायें एकदूसरीसे ज्यादा दूर सर-



संलग्नकी तीन स्थितियाँ

की न हो। आन्त्री परिस्थितिके हिसाबसे भविष्यका अंदाजा लगाना सचमुच टेढ़ी खीर है।

४८ : ब्रह्मांड दर्शन

कती रहती हैं। मतलब यह कि उनके बीचका अंतर बढ़ता रहता है। ताराविश्वकी भुजायें जिस तरह आज विश्वके केन्द्रको लिपटी हुई हैं उसमें समय बीतने पर फर्क होगा—उनके आटे और ज्यादा मुले हो जायेंगे। मगर उस समय एक तक-ग्रीफ और लड़ी होगी। ताराविश्वके अलग-अलग विभागोंके अलग-अलग भ्रमणवेग इन भुजाओंको असमान ढंगसे फैलायेंगे। और इसके फलस्वरूप विश्वभुजाओंका अपना स्थायी रूप बनाये रखनेका मामला खटाईमें पड़ जायगा। उम्र समय उनको टूटना पड़ेगा। टूटनेकी क्रियासे बचनेका एक प्राकृतिक उपाय भी है। यदि चुम्बकीय शक्तियाँ अपना काम करे तो टूटनेकी क्रिया रूक जाती है। संभवत यह अनुमान

दूसरी बात है सूर्यकी गतिकी। मंदाकिनीविश्वका परिभ्रमण करनेके अतिरिक्त उसकी एक और भी गति है। सूर्यके नजदीकका विश्वविभाग (सूर्य समेत) अलग इकाईके रूपमें अक्षभ्रमण करता है! चंद्र पृथ्वीके चारों ओर उसी प्रकार परिक्रमण करता है जिस प्रकार वह पृथ्वीके साथ सूर्यके चारों ओरकी परिक्रमा करता है। मंदाकिनीविश्वकी इन गतियोंके कारण आकाशीय तारोंके स्थानोंमें और उनकी आकृतियोंमें, अनेक वर्षोंके बाद, फर्क पड़ता है। सप्तर्षिमंडलकी आकृतियोंसे यह स्पष्ट हो जायगा।

58306

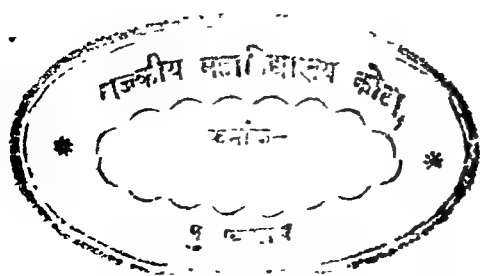
मंदाकिनी विश्वके प्रभामंडलकी चर्चा हमने की है। इस प्रभामंडलके तारे विश्वके अक्षभ्रमणमें साथ नहीं देते हैं। मतलब कि घूमनेवाला पदार्थ ताराविश्वका स्पुट ही है। प्रभामंडलमें लाल विराट तारे हैं। मंदाकिनीविश्वके केन्द्रभागमें भी ऐसे ही तारे हैं। क्या हम ऐसा अनुमान कर सकते हैं कि ताराविश्व-केन्द्रभागके तारे भी उपर्युक्त अक्षभ्रमणमें साथ नहीं देते हैं। स्वाति ऐसे भारी निजगतिवाले तारे इस ओरका संकेत देते हैं सही।

अक्षभ्रमणकी गतिमान बनाते हैं नील तारे। इन तारोंका ऊर्जा-उत्सर्ग बहुत ही प्रचंड है। परमाणुओंको तोड़फोड़कर वायुवादलोंकी गतिमान कर देनेकी भारी ताकत उनमें है। अन्य तारोंकी तुलनामें नील तारे कम उम्रवाले या युवा तारे हैं, मंदाकिनी विश्वके केन्द्रभागवाले और प्रभामंडलमें अवस्थित तारे अवेड़ तारे हैं। अपने द्रव्यका भारी अपव्यय करनेवाले उपर्युक्त नील तारे ताराविश्वकी वायुभुजाओंमें हैं। इन भुजाओंमें बहुत जगह, मृगश्वेत निहारिकामें हो रहा है वैसे, नये-नये तारे आज भी जन्म पा रहे हैं। युवा (नील) और अवेड़ (लाल) तारोंको अनुक्रमसे तारावस्ती (Stellar population) १ और तारावस्ती २ के तारे कहे जाते हैं। ताराविश्वके सारे तारे इन दो मुख्य विभागोंमें विभक्त किये गये हैं। ताराविभाग १ में ब और ओ वर्णवर्गके गरम तारे, अतिविराट तारे, वृषपर्वी प्रकारके रूपविकारी तारे और अवकाशी तारा-गुच्छोंके तारे हैं जबकि ताराविभाग २ में प्रभामंडलके सारे तारे, २२ (R.R.) वीणावर्गके तारे, दीर्घकालीन रूपविकारी तारे, ग्रहरूप निहारिकायें, स्फोटक तारे और विश्वकेन्द्रके ज्यादातर तारोंका समावेश होता है।

कई विद्वानोंका अनुमान है कि ताराविश्वके तारोंको उनकी स्थानस्थिति और उम्रके हिसाबसे केवल दो विभागोंमें बाँट देना उचित नहीं है। मंदाकिनीविश्वका स्वरूप उस कद्र सरल होनेका वे कबूल नहीं रखते हैं। मंदाकिनीविश्वकी जटिलताको स्पष्ट करनेके हेतु ताराविश्वके तारोंको वे छः विभागोंमें बाँटनेकी तरफदारी करते हैं। ये विभाग हैं (१) २२ वीणा-प्रकारके और सघन तारागुच्छके तारे (२) मिरा प्रकारके रूपविकारी तारे (३) दीर्घकालीन वृषपर्वी तारे (४) स्फोटक तारे (५) अवकाशी तारागुच्छके तारे और (६) ओ वर्णवर्गके तारे।

तारोंको इच्छानुसार कितने ही विभागोंमें बाँट दीजिए, मंदाकिनीविश्व हर प्रकार अपना अद्भुत स्वरूप दिखाता ही रहता है।

मंदाकिनी विश्वका स्वरूप : ४९



८. तारक जीवनपंथ

विश्वकी विशालता और अद्भुतताका परिचय करानेवाले तारे तेजस्विन्दु जैमें भले ही दिवाई देते हों उनके अग्नित्वकी क्या भी विस्मयजनक है। तारोका जन्म किस प्रकार हुआ होगा और अपनी जीवनयात्रा समाप्त करनेके बाद तारोका क्या होगा इस बारेमें निश्चयात्मक रूपसे हम कुछ नहीं जान पाये हैं। तारोके जन्म-मरणका रहस्य आज भी अनुमानोका ही विषय रहा है। तारे निहारिकाआने जन्म पाते हैं यह तो हम जानते हैं। मगर निहारिकाद्रव्य पूजीभूत होकर तारोका रूप किस प्रकार धारण करता है वह अब भी कल्पनाका विषय बना हुआ है। वैज्ञानिकोका अनुमान है कि बिना किसी मुडौल आकार प्रकारका कोई एक वायुमादल एकबारगी सकुचाना शुरू करता है। सकुचन शुरू होनेसे बाद वह चलता ही रहता है। सकुचनके कारण वायुमादल धीरे-धीरे गरम होता रहता है। गरम बना वायुमादल चमकना शुरू करता है और माथ माथ गोलाकार घाट प्राप्त करने और भी सकुचता रहता है। बादमें एक समय ऐसा आता है जब यह वायुमादल अति उत्पन्न होकर गरमी और पकासके रूपमें ऊर्जाका विचिरण शुरू कर देता है। वैज्ञानिकोका अनुमान है कि ऐसे मौके पर उपर्युक्त वायुमादल समथम श्रेणीवाला तारा बन जाता है। तारोका रूप पाते ही उसकी जिवनीकी धुन्आन हो जाती है।

जिन्दगीके माथ जीवनरम जुड़ा हुआ ही है और जहाँ जीवनरम है वहाँ उम्रकी बात उठनेकी ही। अगर कोई पूछ बैठे कि तारोकी उम्र कितनी तो यह प्रश्न अस्वाभाविक न लगा जायगा। हाँ, उम्रका स्वाभाविक उत्तर खोजना मुश्किल है। मनुष्यकी जिन्दगीके हिसाबसे तारे और ताराविश्वोकी जिन्दगी का अनुमान करना आमान बात नहीं है। सभी तारोके जीवनरम एक-से नहीं होते हैं। शून्य ही नहीं एक-से जीवाक्रमवाले तारोकी जिन्दगीकी मियाद भी एक-सी नहीं होती है। तारोकी जिन्दगी की बात करनेसे पहले उनसे अनरालमें दृष्टिमान करना ठीक होगा। तारोकी जिन्दगी बसनेवाली ऊर्जा कहा और कैम पैदा होती है यह जानना भी लाभदायक होगा। सूर्य भी एक तारा है। पृथ्वीके हिसाबसे उसका द्रव्यमन्त्रय सवा तीन लाख गुना है। ऐसा भारी पदार्थ अपने बजलके कारण टूट जाना चाहिये। मगर सूर्य अटूट रहा है। इसका अर्थ यह हुआ कि सूर्यके द्रव्यमन्त्रयकी समतोल रखनेवाला कोई बल सूर्यमें मौजूद होना चाहिये। सूर्यके केन्द्रभाग पर होनेवाला द्रव्य-दबाव पृथ्वीके वातावरणके दबावकी तुलनामें अनेक करोड़ गुना है। इस दबावका मुकाबिला करनेवाला सूर्यकेन्द्रद्रव्य अत्यन्त घन और अत्यन्त उत्पन्न होना चाहिये। गरमीका भारी विचिरण द्रव्यमन्त्रयसे भारी दबावका सामना करता है। सूर्यसे गरमी और प्रकाश हमें निरन्तर मिलते रहते हैं। जबकि

यह स्थिति चालू रहेगी तबतक हमें मानना होगा कि सूर्यके भीतर दबावका और गरमीका संतुलन हो रहा है।

सवाल होगा कि सूर्यमें उपर्युक्त ऊर्जा किस प्रकार पैदा होती होगी।

सूर्यसे मिलनेवाली ऊर्जा संकोचनजनित ऊर्जा होनेका संभव नहीं है। प्रतिवर्ष सूर्यका हजारवाँ भाग सकुचता जाये तो तारेके रूपकी उसकी भविष्यकी ज़िदगी ज्यादासे ज्यादा ३ करोड़ वर्षकी हो सकती है। और उसी अनुपातसे उसकी पूर्व ज़िदगी २ करोड़ वर्ष की ठहरेगी। पृथ्वीकी मौजूदा उम्र ४ से ५ अरब सालोंकी मानी जाती है। इस पृथ्वीको अनेक वर्षोंसे प्रकाश और गरमी देनेवाले सूर्यकी उम्र पृथ्वीकी उम्रसे कम किस कदम हो सकती है ?

तात्पर्य यह है कि सूर्यसे उत्पन्न होनेवाली ऊर्जा सकुचनऊर्जा नहीं है मगर उसके अंतरालमें परमाणु रूपांतरकी जो प्रक्रिया चल रही है उसके द्वारा प्रकट होनेवाली ऊर्जा है। नाभिकीय रूपांतर द्वारा ज्यादा ऊर्जा प्रकट करनेवाली प्रक्रियाके लिये दो बातोंका होना परम आवश्यक है। उस प्रक्रियामें काम आनेवाले परमाणु प्रचुर मात्रामें प्राप्त होने चाहिये और उनकी नाभियाँ एकदूसरीसे अल्पातिअल्प अपाकर्षण करनेवाली होनी चाहिये ताकि परमाणुओंके टूटने पर धन-विद्युत भारवाली नाभियोंको बंधनमें जकड़े रखनेमें कोई तकलीफ उत्पन्न न हो। परमाणु रूपांतरकी उपर्युक्त आवश्यकताओंको हाइड्रोजन पूर्ण करता है।

हाइड्रोजन विश्वका सबसे हलका पदार्थ है। अन्य मूलतत्त्वोंकी तुलनामें उसकी नाभि अत्यंत सरल है। परमाणुकी नाभियोंको जोड़नेका काम विद्युतबल नहीं करता है। वह काम होता है नाभिकीय बल से। परमाणुओंमें प्रवर्तित नाभिकीय बल विद्युतिक बलसे पाँच से छः लाख गुना शक्तिशाली है। फिर भी आश्चर्यकी बात यह है कि इस बलका नाभिके इर्दगिर्द घूमनेवाले इलेक्ट्रॉन पर कोई असर नहीं पड़ता। असर न पड़नेका कारण नाभिकीय बलका परिमित क्षेत्र है। नाभिकीय बलका सामर्थ्य ३ सेन्टीमीटरके दस हजार अरबवें भागके (३-^{११} से. मी.) अंतर तकका ही है।

हाइड्रोजनसे ऊर्जा प्रगटानेकी दो प्रतिक्रियायें हैं। इन दोनों प्रक्रियाओंमें चार प्रोटोन (हाइड्रोजन परमाणुकी नाभियाँ) हाथ वेंटाते हैं। प्रतिक्रियाके दरमियान एक दूसरेसे जुड़नेवाले ये चारों प्रोटोन प्रक्रियाके पूरा होने पर हेलियम नाभिमें परिवर्तित हो जाते हैं। हेलियम नाभिका वजन चार प्रोटोनोंके कुल वजनसे कुछ कम है। यों, चारों प्रोटोनोंसे हेलियम नाभि बनते समय वजनमें थोड़ी कमी रहती है। यह कमी प्रकाश और गरमीके रूपमें प्रकट होनेवाली परमाणु-ऊर्जा है।

परमाणु ऊर्जाको प्रकट करनेवाली प्रक्रियाको समझ लेना भी ठीक होगा। हाइड्रोजन परमाणु के केन्द्रमें एक प्रोटोन होता है। इस प्रोटोनके इर्दगिर्द एक इलेक्ट्रॉन चक्कर काटता है। प्रोटोन का विद्युतभार धन होता है मगर इलेक्ट्रॉनका ऋण। धनभारवाला प्रोटोन कभी अपना विद्युत-भार गँवा देता है और तब वह विद्युतभार रहित न्यूट्रॉन बन जाता है। दो प्रोटोनोंको मिलाना आसान नहीं है क्योंकि उनके धनभार एकदूसरेका अपाकर्षण करते हैं। मगर एक प्रोटोनको न्यूट्रॉनके साथ जोड़नेमें कोई तकलीफ नहीं होती है। क्वचित् हाइड्रोजनके केन्द्रमें एक

प्रोटोन के उपरान एक न्यूट्रॉन भी रहता है। इस प्रकार के हाइड्रोजन को ड्यूटेरॉन या भारी हाइड्रोजन कहते हैं। दो ड्यूटेरॉन मिलकर हेलियम परमाणु की रचना करते हैं।

बहुत ऊँचे तापमान पर हाइड्रोजन के अणु टूटते रहते हैं और यो ड्यूटेरॉन और हेलियम उत्पन्न होने की प्रक्रिया निरन्तर चलती रहती है। इस प्रक्रिया में जो द्रव्य खर्च होता है वह ऊर्जा के रूप में प्रकट होता है। आइन्स्टीन के गणित के अनुसार एक ग्राम वजन का ध्वय होने पर $(2 \times 10^{10})^1$ एम ऊर्जा पैदा होती है।

एक प्रोटोन का वजन १.००८ इकाई है। हेलियम का परमाणु चार प्रोटोन वजन का—४.०३२ इकाई का—होना चाहिये। मगर वह होता है ४.००४ इकाई वजन का। मतलब कि ०.०२८ इकाई की वजन में कमी रहती है। एकाग्र हेलियम परमाणु के हिमावसे यह वजन हानि उत्पन्न अल्प मानी जायगी मगर तारों में कि जहाँ लावा टनों के हिमागमें हाइड्रोजन का हेलियम में रूपांतर होता है वहाँ इस कमी का धुमार कई टनों का हो जायगा।

ऐसा हिमाव लगाया गया है कि अहमदाबाद नहर एक महीने में विद्युत् उत्पादन जो खर्च करता है वह सारा खर्च आधा बिलोग्राम कोयले का ऊर्जा में परिवर्तन करने में प्राप्त हो सकता है।

चार प्रोटॉनों या दो प्रोटॉनों और दो न्यूट्रॉनों से चरने वाली इस प्रक्रिया का प्रोटोन-प्रोटोन-चक्र प्रक्रिया कहा जाता है। इसी प्रक्रिया की सहायता में वैज्ञानिक लोग हाइड्रोजन बम बना सके हैं।

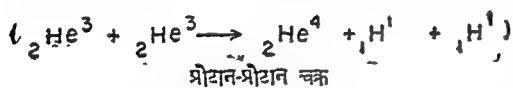
तारों में एक दूसरे प्रसारण भी परमाणु-ऊर्जा प्रकट होने का मालूम हुआ है। इस प्रक्रिया में हाइड्रोजन के साथ कार्बन भी हाथ बँटाता है। सबसे पहले कार्बन का नाइट्रोजन में परिवर्तन होता है। मगर यह नाइट्रोजन अस्थायी रूप का होने में वह अपनी थोड़ी ऊर्जा गैवाकर स्थायी हाइड्रोजन बनने का प्रयत्न करता है। मगर ऊँचा तापमान, भारी दबाव और न्यूट्रॉन के लगातार प्रहार वगैरहों के कारण वह अस्थायी ऑक्सीजन में पलटता रहता है। मगर अस्थायी ऑक्सीजन ज्यादा टिकता नहीं है। वह टूट जाता है और कार्बन और हेलियम के परमाणुओं की उत्पत्ति करता है। यह प्रक्रिया सब मिलाकर छ तबकों में पूरी होती है जिसके हरेक तबके में परमाणु-ऊर्जा प्रकट होती रहती है। तारों में चरने वाली यह प्रक्रिया कार्बन चक्र के नाम से मशहूर हुई है। इस प्रक्रिया में प्रोटोन-प्रोटोन-चक्र वाली प्रक्रिया के हिमावसे अनेक गुना ज्यादा ऊर्जा उत्पन्न होता है।

कई बार एक पदार्थ के परमाणु टूट कर नये पदार्थों की रचना करते हैं तब नये पदार्थों का कुल वजन मूल पदार्थ के वजन से कम होता है। कभी ऐसा भी होता है कि अलग-अलग परमाणुओं के मिलने पर नया परमाणु बनता है तब इस नये परमाणु का वजन जुटने वाले परमाणुओं के कुल वजन से कम होता है। उपर्युक्त दोनों प्रसारों में उत्पन्न होने वाली वजन हानि ऊर्जा के स्वरूप में प्रकट होती है। यह ऊर्जा गरमी, प्रकाश या विविरण के रूप में प्रकट होता है। अति बल समय में उत्पन्न होने वाली ऊर्जा घडाके के साथ उत्पन्न होती है। तागे-द्रव्यों में ऐसे घडाके अनिसामान्य होत रहते हैं।

उपर्युक्त दोनों प्रतिक्रियाओंसे उत्पन्न होनेवाली ऊर्जा का दर (rate) तापमान-ऊर्जा नियमके रूपमें दर्शाया जाता है। प्रोटोन-प्रोटोन प्रक्रियामे ऊर्जा-विमोचन-दर तापमानके चतुर्घात अनुसार होता है मगर कार्बनचक्रमे १५ से २० घात अनुसार होता है। मतलब यह कि प्रोटोन प्रक्रियामे तापमान दुगुना होने पर ऊर्जा निर्गम १६ गुना होता है लेकिन कार्बन-चक्रमें वह सामान्यतः तीन लाख गुना होता है। यह जताता है कि कार्बन-चक्रवाली प्रक्रिया प्रोटोन-चक्रवाली प्रक्रियाकी अपेक्षा अत्यंत तापमान-हर्षी है। मतलब कि तापमान बहुत ऊँचा हो तभी वह काम आती है। दूसरे ढंगसे कहें तो यों कहा जायगा कि प्रोटोन-प्रोटोन-प्रक्रिया तारेके किसी भी हिस्सेमें चल सकती है मगर कार्बन-प्रक्रिया तारेके केन्द्रके नजदीकके हिस्सेमें ही चलेगी। सामान्यतया यह माना जाता है कि प्रोटोन-प्रक्रिया ३ करोड़ अंश तापमान तक ही काम करती है। उससे ऊँचे तापमानमे केवल कार्बन-प्रक्रिया काम करती है।

ऊर्जा-विमोचन करनेवाली उपर्युक्त दोनों प्रक्रियाये अत्यन्त धीमी गतिसे काम करती हैं। हमारे सूर्यके अंतरालमे प्रोटोन-प्रोटोन-प्रक्रिया चलती है जिसका एक चक्र पूरा होनेमे करीब दस लाख वर्षका समय लगता है।

कई तारोंके अन्तर्गते इन दोनों प्रक्रियाओंका साथ-साथ चलना भी संभव है। हाँ, उनके ऊर्जा-विमोचनके प्रमाण अलग-अलग होंगे। कल्पना कीजिये कि किसी एक तारेके अंतरालमे



वर्णवर्गके तारोंका ऊर्जा-निर्गम आम तौर पर प्रोटोन-प्रक्रियाकी उपज है। अ, व और ओ वर्णवर्गके तारोंका ऊर्जा-निर्गम कार्बन चक्र पर आधार रखता है। फ वर्णवर्गके तारोंमें उपर्युक्त दोनों प्रक्रियायें समानरूपसे चलनेका माना गया है। फिर भी एक बात सही है कि कार्बन-प्रक्रिया किस किसके तारोंमे प्रोटोन प्रक्रियाकी अवगणना करके आगे बढ़ जाती है यह बात अन्वेषणोंके अभावमें निश्चित रूपसे अभी तक नहीं जानी गयी है।

विराट तारोंकी कथा द्विमुखी है।

उपर जो वान बहो गटे वह समग्रम तारोके चारोमे थो। नीचे विराट तारे इमी थ्रैणोके सदस्य है। वे सभी अपनी हाइड्रोजन सपत्तिको बहुत तेजीमे खरचनेवाले तेजस्वी तारे है। उनकी मनुहके और केन्द्रके तापमान बहुत ऊँचे होते है। इनके अलावा उनका विशिष्ट मुख्य भी जगदा होता है। इन कारणोमे इन अति गरम नीले तारोमे कार्बनचक्रकी प्रक्रिया चलती है।

लाल विराटोकी वान अलग है।

लाल विराट तारे बड़े और तेजस्वी तारे हैं। इन तारोमे किम विधि प्रतिक्रिया चलती होगी वह समझनेके लिये मध्यमे महायत्ना लेंगे। कल्पना कीजिये कि सूर्यको लाल विराट तारेमे पलट



देना है। ऐसा करते वकन, हमें, सूर्यका द्रव्यसंचय पाँच गुना (विराटके लिये) या बीस गुना (अति-विराटके लिये) बढ़ा देना होगा। तारेका द्रव्यसंचय बढ़ना है मगर आयतन कायम रहना है और इस कारण तारेका केन्द्रीय तापमान अत्यन्त ऊँचा हो जायगा। वह करोड़ों या अरबों अंग्रेजी हो जायगा। और उसके साथ साथ उसका ऊर्जा-दबाव भी बढ़ जायगा। अब मान लीजिये भारी द्रव्यसपत्तिको इस तारेका आयतन एकदम बढ़ा दिया जाता है। और सो भी पाँच पचास गुना नहीं, लाखों गुना। क्या परिस्थिति पैदा होगी? स्पष्ट ही है कि तारेका केन्द्रीय तापमान

एकदम कम हो जायगा और वह शायद कुछ एक लाख अंशका हो जायगा। इतने कम तापमान पर परमाणुओके रूपांतरोकी प्रक्रिया चलना नामुमकिन है।

प्रश्न होगा कि लाल विराट तारे किम प्रकार शक्ति-निगम करते होंगे?

तेजाककी दृष्टिमे देखने पर लाल विराट तारोमे कार्बनचक्र चलना चाहिये। मगर इस चक्रकी चलानेके लिये तारेके केन्द्रका तापमान ३ से ४ करोड़ अंशका होना चाहिये। यह व्यवस्था किम प्रकार हो सकती है? काजल्की कोटटीमे जानेकी और बेदाग रहनेकी बात कैसे सम्भवि है?

लाल विराटके दो विभाग हैं, एक बाहरका और दूसरा अंदरका। इन दोनों विभागोकी रासायनिक संरचना अलग-अलग है। अंदरका विभाग समतापीय हेलियम गर्भभाग है। वह केवल हेलियमका बना हुआ है। हाइड्रोजनका हेलियममे रूपांतर होकर यह गर्भभाग बना है। इस भागमे आयुओका रासायनिक संयोजन नहीं होता है। इस गर्भभागको चारो ओरसे एक पतले आवरणने घेर रखा है। यह आवरण हाइड्रोजनका है और वहाँ कार्बन प्रक्रिया चलती है। इस आवरणका हाइड्रोजन हेलियममे पलटता जाता है और हेलियम-गर्भका विस्तार धीरे-धीरे बढ़ना जाता है।

विस्तार बढ़ने पर कार्बन-चक्रवाला आवरण भी दूर सरकता जाता है। इसके साथ-साथ एक और बात भी घटती रहती है। हेलियम-गर्भ बड़ा होने पर उसका वजन बढ़ता है और वह अपने गुरुत्वाकर्षणके कारण सिकुड़ना शुरू कर देता है। उसका यह सिकुचन एक समय इस हद तक पहुँचता है कि तारेके केन्द्रभागका तापमान २० करोड़ अंश हो जाता है। यह होते ही वहाँ एक और प्रकारकी परमाणु-रूपांतर-प्रक्रिया जन्म लेती है। तारेके अंतरालमें ३ हेलियम-नाभियाँ इकट्ठा होकर एक कार्बननाभिको जन्म देती है और तब लाल विराटका बाहरका भाग बहुत बड़ा हो जाता है जिसे पार करके तारेकी भारी आंतरिक ऊर्जा बाहर बहती है। यों दोनों प्रकारसे वह अपना विराट नाम सार्थक करता है।

वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि लाल विराटका अंतिम अवशेष श्वेत वामन है।

मगर इस अद्भुत बातको समझनेके लिये तारोंकी उम्रकी बात भी करनी होगी।

तारे एक-से तेजस्वी नहीं हैं उसी प्रकार वे सभी हम-उम्र भी नहीं हैं। कई तारे वृद्ध हैं तो कई युवा। कई तारे अभी जन्म ही पा रहे हैं!

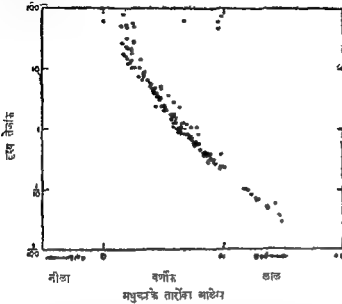
हमने देखा कि तारेका द्रव्यसंचय ज्यादा होने पर वह ज्यादा चमकीला दिखता है। उसकी चमकका कारण हाइड्रोजन ही है। तारा अपने ईंधन (हाइड्रोजन) को जिस वेगसे जलाता है उस हिसाबसे वह ज्यादा प्रकाशित बनता जाता है। द्रव्य-तेजांक नियम यह जताता है कि द्रव्यसंचय दुगुना होने पर तारेका तेज १० से १२ गुना और तिगुना होने पर करीब ६० गुना हो जाता है। इसका मतलब यह है कि ज्यादा द्रव्यसंचयवाले और ज्यादा तेजस्वी तारे जो अपने द्रव्यको वेगसे खर्च कर रहे हैं वे कम तेजस्वी तारोंकी अपेक्षा कम आयुष्यमर्यादावाले होते हैं। एक उदाहरणसे इस बातको स्पष्ट करेंगे। अपना सूर्य हर सेकंड ५६४० लाख टन द्रव्य व्यय करता है। सूर्यकी उम्र करीब ७ अरब सालकी है और वह ५० अरब वर्ष और अपना अस्तित्व बनाये रखेगा ऐसी संभावना है। अब कल्पना कीजिये कि सूर्यसे दस हजार गुना तेजांकवाला एक तारा है। यह तारा प्रति सैकण्ड, सूर्यके हिसाबसे १० हजार गुना द्रव्य खरचेगा और यों उसका द्रव्यसंचय बहुत ही जल्द खतम हो जानेका। आकाशके तारोंकी द्रव्यसंपत्ति अमर्यादित नहीं है। बहुत ही ज्यादा द्रव्यसंपत्तिवाले तारोंका द्रव्यसंचय सूर्यके हिसाबसे करीब ४० गुना होता है। ऊपर जिस तारेकी बात कही उसकी द्रव्यसंपत्ति सूर्यके हिसाबसे २० गुना माना जाय तो सूर्यकी भविष्यकी ५० अरब वर्षकी जिंदगीकी तुलनामें उस तारेकी जिंदगी केवल १० करोड़ वर्षकी ही होगी। मतलब कि पृथ्वीकी उम्रसे भी कम उम्रके और कम आयुष्यमर्यादावाले तारोंका होना असंभवित नहीं है। और यह भी संभव है कि उपर्युक्त प्रकारके प्रकाशित तारे बहुत समय पहले जन्म पाकर आजसे कुछ समय पहले ही खतम हो गये हों!

मगर युवा, प्रौढ़ और वृद्ध तारोंकी तलाश करनी भी किस तरह?

कुदरतने इसकी भी व्यवस्था की है। तारकगुच्छोंके अभ्याससे कुछ हकीकतें प्राप्त हुई हैं। आम तौर पर किसी भी तारकगुच्छके सारे तारे हमसे एकसरीखे अंतर पर हैं। उन

तारक जीवनपंथ : ५५

सभीकी उम्र भी एक-सी ही है क्योंकि उन सभीका जन्म भी एक साथ ही हुआ है। ऐसा होते हुए भी हम देख पाते हैं कि एक ही तारागुच्छों वाले तारे एक म तेजस्वी नहीं हैं। अलग-



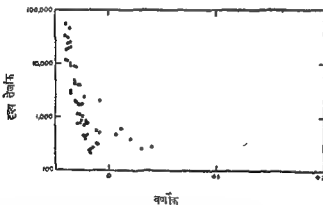
अलग तारागुच्छोंकी उम्र भी अलग-अलग होनेकी। उन सबकी तुलना करने पर ताराजीवनकी उत्पत्ति-परम्पराका ज्ञान होता है।

यहाँ पर दो गयी आकृतियोंका देखिये।

एक आकृति मधुचक्र तारागुच्छों तारोंका आलम्ब दर्शाती है और दूसरी में १६ तारागुच्छों तारोंका। मधुचक्रमें नीले तारे हैं ही नहीं। उसमें भारी द्रव्य-संपत्तिवाले (ज्यादा तेजाक-वाले) जो तारे हैं वे

सभी श्वेत वर्णवर्गके तारे हैं। उनका द्रव्यमध्यम मूलद्रव्यमें दो या तीन गुना ही है। आकृतिमें मालूम होता है कि मधुचक्रमें लाल तारे हैं। इतना ही नहीं मगर चार लाल बिगट तारे भी हैं। आकृतिमें उनका ऊपरकी ओर दिखाया गया है। नील तारोंकी गिरजाजिरी क्या जताती है?

अब में १६ की आकृतिकी देखिये। उसमें सारे तारे नीले तेजस्वी तारे हैं। मजेदार बात यह है कि इस तारागुच्छमें भन्ने भटके दो चार श्वेत तारोंके अलावा दूसरे मार्गी, पीले या



लाल तारे नहीं हैं। इसका साफ जय यह हुआ कि इस गुच्छके तारे अति वेगसे अपनी द्रव्यमपत्तिकी खरब रहे हैं।

दोनों आलेखोंके आधार पर हम कह सकते हैं कि मधुचक्रके तारे में १६ के तारोंसे ज्यादा उम्रवाले हैं। ये १६ के तारोंकी उम्र मुश्किलमें १ से २

मे १६के तारोंका आयेख

करोड वर्षकी होगी। इस हिमायते वे सभी युवा तारे माने जायेंगे। मजेदार बात यह है कि आनेवाले ३ से ४ करोड वर्षोंमें इनमेंसे अधिकांश तारे वृद्धव प्राप्त करके तामशेप हो जायेंगे।

युवा तारोंका लगाव निहारिकाके साथ है। मे १६ मे वायुवादल है लेकिन मधुचक्रमे नहीं है। युगों पहले मधुचक्रमे नील तारोंका अस्तित्व होगा मगर ये तारे अपना हाइड्रोजन खर्च



मधुचक्र

करके खतम हो गये होंगे। साथ-साथ जिस घूल और वायुसे वे उत्पन्न हुए होंगे (या जिनहें वे मृत्युके बाद अवशिष्ट छोड़ गये होंगे) उस द्रव्यके अस्तित्वका कोई नामनिशान भी नहीं रहा है। मधुचक्रमें आज जो तारे हैं वे सभी कम द्रव्यसंचयवाले और अपनी संपत्तिका धीरेसे खर्च करनेवाले लंबी आयुष्यमर्यादावाले प्रौढ़ तारे हैं।

विभिन्न प्रकारके तारागुच्छोंकी तुलना करने पर मालूम हुआ है कि मदाकिनी विश्वके तारागुच्छोंकी उम्र १ या २ करोड़से लेकर १० से २० अरब वर्षों तक की है। अरबों वर्षके हिसाबसे देखे तो उस लंबी अवधिके भीतर, अपने ताराविश्वमे, कई नये तारागुच्छ जन्म लगे और कईयोंका अस्तित्व मिट गया होगा। आज जो तारागुच्छ अस्तित्वमे हैं वे भी हमेशाके लिये थोड़े ही टिकेगे ! ?

अब जो प्रश्न बाकी रहता है वह है तारेकी अंतिम अवस्थाका। मृत्युके किनारे पहुँचने-वाले तारेकी क्या दशा होती होगी ?

इस प्रश्नका उत्तर रूपविकारी तारोंसे प्राप्त होता है।

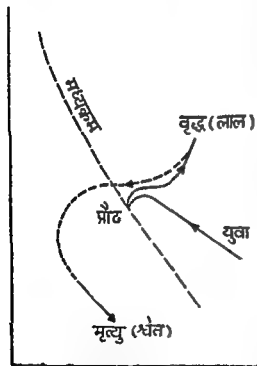
रूपविकारी तारोंकी संख्या ज्यादा नहीं है। इससे मालूम होता है कि तारा अपनी रूपविकार-अवस्था बहुत जल्द पार कर लेता है। तारेकी रूपविकार-अवधि तारेकी उत्क्रान्तिके हिसाबसे बहुत ही कम समयकी है। निरीक्षणोंसे पता चला है कि रूपविकारी बनते ही तारा अपना समक्रम श्रेणीवाला स्थान छोड़ देता है और लाल विराट तारोंकी जमातमे भर्ती हो

तारक जीवनपंथ : ५७

जाता है। शुष्कानामे वह कुछ समय तक अनिश्चित दगावाला रहता है और उस समय दरमियान वह अपना तेज बढ़ाना रहता है। बादमे वह लाल विराट तारेका स्वरूप धारण करके स्थिरत्व प्राप्त करता है और उसी स्थितिमें कई सालो तक रहता है। मगर उसके बाद वह विराटका दुग्का फँक देता है और बहुत जल्द श्वेत वामन तारेके रूपमें पलट जाता है। लाल विराट तारेकी मृत्युमे पहलेकी एक अवस्थाका-परम स्फोटक तारा बन जानेका-इन्कार नहीं किया जा सकता है। परम स्फोटक तारेका बिस्फोट होता है तब उगका द्रव्य धीरे-धीरे अवकाशमें विलुप्त हो जाता है और स्फोटकके स्थानमें अवशेष रूपमें श्वेत वामन तारा बाकी बचना है। हो सकता है कि परम स्फोटक तारे लाल विराट और श्वेत वामनोके बीचकी कड़ी भी हो। मगर इस रहस्यका भेद अभी तक नहीं पाया गया है।

तारोंके पवित्रज्ञान और साध-माध उनकी उन्नती वान करनेके बाद उनकी जीवनपानाकी शाकी कर लेना भी ठीक रहेगा।

अन्तराक्षीय वायुवादक गुल्लवाकर्षणमे मितुड कर गरम होने लगता है। मनुचनकी क्रिया जैसे बढ़ती जाती है वैसे वह और भी गरम होना जाता है। बादमें उसका केन्द्रभाग बहुत



तारक जीवनचक्र

ही उत्पन्न होने पर वायुवादलके हाइड्रोजनना हलियममे रूपांतरित होना शुरू हो जाता है। परमाणु रूपांतरकी यह क्रिया प्रोटोन-प्रोटोन-प्रक्रिया ही या कार्विन-प्रक्रिया, वायुवादलमे जन्म लेनेवाले तारेको वह समक्रम प्रकारका तारा बना देती है। तारा अगर ज्यादा तेजस्वी या ज्यादा द्रव्यसंचयवाला होगा तो समक्रम श्रेणीमें उसका स्थान मूलमें ऊपरकी ओरका होगा मगर निस्तेज या कम द्रव्यसंचयवाला होगा तो उसका स्थान मूलमें नीचेकी ओर वामन तारोंके भाग होगा।

जन्म पाकर समनम श्रेणी पर पहुँचनेवाला तारा अबे अरने तक वहाँ ही रहता है। उसके वहाँ रहनेके समय दरमियान उसके तेज और तापमान करीब एकमे रहते हैं। अनेक वर्षोंके बाद (कई किस्मोंमें, अरबों वर्षोंके बाद) तारेकी जिदगीमें विशेष पड़ा होना है। उस

समय तारेका हाइड्रोजन-संचय बहुत कुछ कम हो जाता है। तारा तब समनम श्रेणी छोड़कर उसके दाहिनी ओरके ऊपरके भागकी ओर ऊँचे चढ़ना शुरू करता है। यह विभाग लाल

विराट तारोंका है। इस विभागमें पहुँचते ही तारेका तेज बढ़ने लगता है: खयालमें रहे कि उस वक्त उसकी हाइड्रोजनकी संपत्ति कम ही होती है, मगर उसका गर्भभाग हेलियमका हो गया होता है।

कुछ अरसा बीतने पर तारेका हेलियम भाग सिकुड़ने लगता है और उसमेंसे प्रकट होनेवाली शक्तके कारण तारा ज्यादा तेजस्वी हो जाता है। साथ-साथ उसका आयतन (बाहर-के भागका) भी बढ़ने लगता है। तारा अब लाल विराट तारेमें पलट जाता है और इस स्थितिमें वह ठीक-ठीक समय स्थिर रहता है। बादमें वह रूपविकारी तारा बन जाता है और तेजमें और आयतनमें बहुत ही घटिया प्रकारका तारा होकर आखिरमें श्वेत वामन तारेके रूपमें परिवर्तित हो जाता है। यह सारा खेल लाल तारेसे स्फोटक तारा बननेके और बादमें संपूर्णतः टूट जानेके रूपमें होता है। स्फोटक तारा अपने अवशिष्ट श्वेत वामन तारेके इर्द-गिर्द विराट वायुवादलोंका जमघट छा देता है। जमघटके वायुवादल, बादमें, धीरे-धीरे अवकाशमें सरकते जाते हैं। वायुवादलोंसे मुक्त होकर श्वेत वामन अपनी कम हाइड्रोजन-पूर्जीके बल पर, कुछ समय तक आसमानमें चमकता रहता है। बादमें उसका चमकना भी बंद हो जाता है और उस समय उसका स्वरूप काले तारेका हो जाता है, जिसे दूरबीनसे नहीं देखा जा सकता। यों कहिये कि वह प्रेत-तारा बन जाता है।

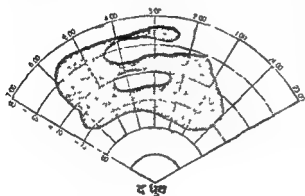
ऐसा नहीं है कि सभी तारे, अंतिम अवस्थामें स्फोटक बन जाते हैं। कुछ तारे श्वेत वामनमें पलटनेसे पहले अपने द्रव्यका 'वातिभवन' शुरू कर देते हैं। मतलब कि वे अपना वायु गँवाते रहते हैं और यों अपनी हाइड्रोजन संपत्ति कम करते-करते वे आखिरमें श्वेत वामन तारे बन जाते हैं।

तारोंसे निकलकर जो द्रव्य अवकाशमें बिखर जाता है वह नये तारोंकी उत्पत्तिमें काम आता है। इस प्रकारसे जो नये तारे पैदा होते हैं उनके परमाणु वजनदार होते हैं। स्फोटक तारोंसे छटके हुए परमाणु नये भारी परमाणुओंको उत्पन्न करनेका मूलभूत कार्य करते हैं।

विनाश और सर्जनकी रचना कैसी अगम्य है?

९. नजदीकके ताराविश्व

मदाकिनीविश्व अन्तरिक्षका एकमात्र ताराविश्व नहीं है। उसीरी तरह तारे, तारागण्डल, तारागुच्छ, निहारिकाये वर्ग-रहको समाविष्ट करनेवाले दूसरे अनेक छोटे-बड़े ताराविश्व उत्तरीक्षमें



मेगेलन विश्वोंका स्थान

दूरका है। देवयानीविश्व हमसे २२ लाख प्रकाशवर्ष दूर है जबकि दोनों मेगेलनविश्व करीब डेढ़ लाख प्रकाशवर्ष। मेगेलन ताराविश्वोंको, उनकी मदाकिनीविश्वकी निकटताके कारण, करीब १९५० तक मदाकिनी विश्वके उपविश्व माना जाता था। मेगेलनविश्व जब पहले खोजे गये थे तब उनको आकाशगगामे टूटकर अलग बने हुए तारागण्डलोंके टुकड़े माने जाते थे। इसी कारण आज भी उनको उनसे भुगने नाम 'मेगेलन तारामेष'में पहचाना जाता है।

मेगेलन ताराविश्वोंको नग्न आँखसे देखा जा सकता है ऐसा हमने कहा मगर भारतके उत्तरीय भागवाले उनको नहीं देख पाते हैं। ये दोनों ताराविश्व पृथ्वीके दक्षिणी गोलार्धमें आये हुए हैं। उन्हें देखनेके लिये हमें दक्षिण भारतकी यात्रा करनी होगी। नग्न आँखसे सभीको दिखाई पड़नेवाला केवल एक ही ताराविश्व-देवयानीविश्व है। देवयानी विश्वसे भी हमसे नजदीकके और ताराविश्व भी हैं मगर वे सभी नग्न आँखसे दिखाई दें बैसे बड़े नहीं हैं। मेगेलन और देवयानीताराविश्वोंके अगवा दूम्मे तेरह ताराविश्व हमारे निबटने विश्व है। मदाकिनी विश्वके इनके साथ मिश्राने पर १७ ताराविश्वोंका एक समूह बना मान्य हुआ है। इस विश्व-समूहको हम स्थानीय या मदाकिनीविश्व-समूह कहेंगे। मदाकिनीविश्वसमूहमें सबसे

बड़ा ताराविश्व देवयानीविश्व है। अब पता चला है कि मंदाकिनी विश्वसमूहमे १० वामन विश्व और शामिल हैं।

देवयानीविश्वकी बात करनेसे पहले हमसे विलकुल निकटके मेगेलन ताराविश्वोंकी बात करना ठीक होगा।

मेगेलनविश्वोंमेंसे एक बड़ा है और दूसरा छोटा। मंदाकिनीविश्वकी तुलनामें वे दोनों एकदूसरेके ज्यादा निकट हैं। उन दोनोंके बीचका अंतर ७५,००० प्रकाशवर्ष है। मेगेलनतारा-



मंदाकिनी-मेगेलन सेतु

पारस्परिक अनुसंधान रचनेवाले वायुवादलोंसे बड़ा मेगेलनविश्व जिस वायुसेतुसे मंदाकिनी-विश्वके साथ जुड़ा हुआ है उसकी लम्बाई पचास हजार वर्ष है! इस वायुसेतुमें तारोंके अलावा श्वेत निहारिकायें और बूलके बादल भी हैं। मंदाकिनीविश्व सूर्यके नजदीकका विश्ववाहु उसके अन्य विश्ववाहुओंसे कुछ निरालापन दिखाता है। कई वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि इस विचित्रताका कारण बड़ा मेगेलनविश्व है। बड़े मेगेलनविश्वके वायुसेतुसे विलकुल विपरीत दिशामें एक दूसरा प्रतिसेतु है। यह सेतु शायद समतुलाके लिये होगा!!

मेगेलन-विश्वका हमसे नजदीक होनेका एक बड़ा फायदा यह है कि उनका विस्तारपूर्वक अभ्यास किया जा सका है। नग्न आँखसे भी जिसके तारे नजर आयें ऐसे इन ताराविश्वोंकी दूरबीनसे देखने पर बहुत जानकारी प्राप्त होती है। दुनियाकी सबसे बड़ी ५०० से. मी. वाली दूरबीनसे देवयानीविश्वको जिस कद्र स्पष्ट देखा जा सकता है छोटी दूरबीनसे मेगेलन विश्वोंको उसी प्रकार स्पष्ट देखा जाता है। दक्षिण गोलार्धकी सबसे बड़ी दूरबीन १८५ से. मी. की है। इस दूरबीनसे मेगेलन विश्वको देखनेका अर्थ देवयानी विश्वको २,००० से. मी. वाली दूरबीनसे देखनेके बराबर होता है। मेगेलन विश्वोंकी नाभि-संरचना और अन्य बातोंकी जानकारी प्राप्त होनेके मूलमें यही कारण है।

मेगेलन विश्वोंसे प्राप्त जानकारीके कारण तारोंकी और ताराविश्वोंकी उत्क्रान्ति-प्रक्रिया समझनेमें मदद मिली है। ताराविश्वोंके स्वरूपोंके समझनेके प्रयत्नोंमें जो प्रश्न ज्यादा पेचीदगी उत्पन्न करते हैं वे हैं ताराविश्वोंकी आंतरिक संरचना। ताराविश्व कब और किस प्रकार उत्पन्न हुए, वे किस तरह कायापलट करते हैं, उनका आखिरी अंजाम क्या है वगैरह प्रश्न खास महत्त्वके

नजदीकके ताराविश्व : ६१

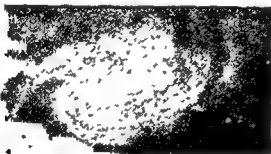
हैं। इन प्रश्नोंको मुलआनेमें देवधानीविश्व बाफो गहायभूत हुआ है मगर मेगेलनविश्वको तुलनामें वह पंद्रह गुना दूर होनेसे तुलनात्मक साधनके रूपमें उसका आसानीसे उपयोग नहीं किया जा सकता है। अतः हमारे हिमाग्रे और तारोंके उत्त्रान्तिवर्गके समझनेके दृष्टिसे (विशिष्ट तारे और निहायिकोंके कारण) मेगेलनविश्व बहुत ही महत्वके हैं।



मेगेलन

उपर्युक्त अनुकूलता होते हुए भी मेगेलनविश्वोंका अम्याम आसानीसे नहीं किया जा सकता है। इन दोनों ताराविश्वोंकी सतह हमारी नज़रके विलकुल सामनेकी नहीं है। वह तिरछी है। तिरछेपनके हिमाग्रे बड़ा मेगेलन-विश्व छोटे विश्वसे कुछ कम तिरछा है। और इसी कारण उनका ही ब्यौरेवार ज्यादा आध्यात्मिक निरीक्षण हो सका है। कुछ साल पहले यह माना जाता था कि ये दोनों ताराविश्व बिना किसी आकाशके अल्प ताराविश्व हैं।

मगर उनके आतर्बाह्य सूक्ष्म निरीक्षणोंसे अब पता चला है कि ये दोनों मपिल ताराविश्व हैं। और उनका आकार मदाकिनीविश्वके या देवधानीविश्वके प्रकारका न होकर दहीय प्रकारका है। छोटे मेगेलन विश्वके मपिल स्वरूपका पता अभी अभी लगा है। पता बहुत देरीसे लगनेका कारण उसकी तिरछी स्थिति है।



दहीय मपिल ताराविश्व

लेकिन यह क्या महा पूरी नहीं होती है। दहीय मपिल ताराविश्वके मध्यस्थके दोनों छोरोंमें विश्वके बाहु निकले होते हैं। अतः मेगेलनविश्व इस प्रकारका एक ही बाहुवाला

है। अचरजकी बात यह है कि यह बाहु मदाकिनी विश्वकी ओरका नहीं है मानो वह हमारे विश्वकी मंत्रीका इन्कार करना हो। छोटा मेगेलन विश्व अपना स्वरूप प्रकट करनेमें आज भी नाराज है। इन नागजगियोंका अर्थ क्या हो सकता है? वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि ये दोनों ताराविश्व दहीय ताराविश्वकी उत्त्रान्तिकी शुभ्रातरेके सोपान-प्रतीक होंगे।

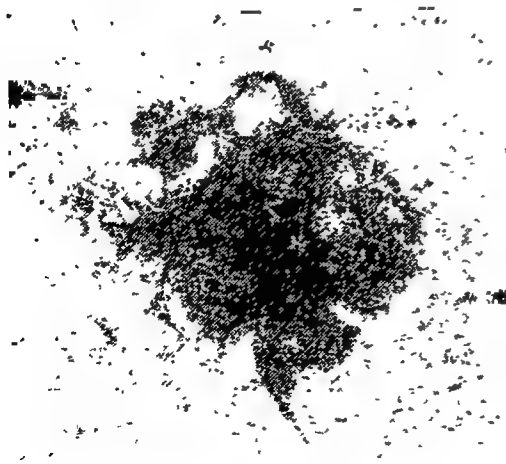
मेगेलनविश्वों और मदाकिनीविश्वके बीच वायुसेतुके रूपमें जो आतर्बिन्दव द्रव्य है उनके अस्तित्वका भर्त्सक क्या समझें? ताराविश्व एक दूसरेके द्रव्यको आकर्षित करते रहते हैं उस अर्थमें उनकी अवस्थिति समझना ठीक है क्या? गुरुत्वाकर्षणके मिद्धान्तके अनुसार हमका मेल नहीं बैठता है। ब्रह्माण्डके दूसरे स्थानोंमें भी ताराविश्वोंके बीच इस प्रकारके वायुसेतुओंके अस्तित्वका ६२ ब्रह्मांड दर्शन

पता चला है। संभव है कि उनका अस्तित्व चुंबकीय द्रव-गति-प्रक्रियाका परिणाम हो। मेगेलन विश्वोंके और मंदाकिनी विश्वके बीच और साथ-साथ उन दोनोंको परिव्याप्त करता चुंबकीय क्षेत्रके अस्तित्वका पता चला है।

मेगेलन ताराविश्वोंके स्वरूप सपिल प्रकारके होनेका निश्चित होनेके बाद उनके अपनी घुरीके इर्दगिर्द अक्षभ्रमण करनेकी बातका भी पता चला है और उसीके आधार पर उनकी द्रव्यसंपत्तिका हिसाब लगाया गया है। बड़े विश्वकी तारासंपत्ति पाँच अरब सूर्यकी और छोटे विश्वकी डेढ़ अरब सूर्यकी है। बड़े विश्वका व्यास मंदाकिनी विश्वके व्यासका आधा होने पर भी उसको द्रव्यसंपत्ति प्रमाणमे बहुत कम है। तारोंके अलावा, हमारे मंदाकिनी विश्वकी तरह इन दोनों ताराविश्वोंमे उनकी तारासंपत्तिके बराबरका निहारिका द्रव्य भी मौजूद है। यह द्रव्य मिथिल हाइड्रोजन है।

अतर्तरीकीय द्रव्यके अलावा, इन दोनों ताराविश्वोंमे अवकाशीय और गोलाकार तारकगुच्छ, वृषपर्वी और ग्रहणवर्गीय रूपविकारी तारे और स्फोटक तारे हैं। पिछले पचास वर्षोंके दरमियान बड़े विश्वमे ६ और छोटे विश्वमे ४ स्फोटक तारे दिखाई दिये हैं। हाँ, परम स्फोटक तारा एक भी नहीं दिखाई दिया है। दोनों ताराविश्व अभी उत्क्रान्तिकी शुरुआतकी सीढ़ी पर हैं इस कारण और साथ-साथ उनकी युवा तारासंपत्तिको देखते हम अनुमान कर सकते हैं कि जंभाई लेनेके साथ ही प्राणत्याग करनेकी वृत्ति दर्शानेवाले परम स्फोटक तारोंका इन ताराविश्वोंमे अस्तित्व ही नहीं है।

मेगेलन विश्वोंका वर्णन एक लेखकने यों किया है: 'अगर मंदाकिनी विश्वके तारोंके बड़प्पनकी किसी भी बातको इन साथीविश्वोंके संदर्भमे देखने पर मालूम होगा कि वैसेी हरेक



बातको परास्त करनेवाले तारे मेगेलन विश्वोंमे हैं। बड़े मेगेलन विश्वके नील विराट, लाल विराट और वृषपर्वी रूपविकारी तारोंकी होड़ करनेवाले तारे मंदाकिनी विश्वमे शायद ही ढूँढे जा सकेंगे। तारकगुच्छों और निहारिकाओंके बारेमे भी वही दशा है। बड़े विश्वमे सब मिलाकर ३०१ तारगुच्छ और निहारिकाएँ हैं। इनमेसे मकड़ीके आकारकी सबसे बड़ी लूतिका निहारिका ८०० प्रकाशवर्ष लंबी-चौड़ी है! छोटे विश्वमे डेढ़ सौके करीब निहारिकाओंका व्यास २५ प्रकाशवर्ष

लूतिका निहारिका

(अपनी मृगश्वेत निहारिकाके बराबरका) है।

नजदीकके ताराविश्व : ६३

अपनी मृगश्वेत निहारिवाकी द्रव्यमपत्ति १०० सूर्यकी है मगर उपर्युक्त लूतिवा निहारिवाकी द्रव्यमपत्ति ५ लाख सूर्यकी है। मृग निहारिवाके स्थान पर लूतिवा निहारिवाका रख दिया जाय तो वह मारे मृगमटलको छा देनेवाले तेजस्वी पदायके रूपमें नजर आयगी। इसके अतिरिक्त वह अरेरो रातोमें परछाई उत्पन्न करनेवाला प्रकाश भी देगी। गरम, युवा और अति तेजस्वी तारोंके जो गुच्छ इस निहारिवामें हैं वैसे हमारे ताराविश्वमें कहीं भी न मिलेंगे।

मेगेलन ताराविश्वके कई तारगुच्छोंके व्यास ३०० प्रकाशवर्षके हैं। और इन गुच्छोंमें नीले और लाल विराट तारोंके अग्रावा चमकती निहारिवायें भी हैं। मगर यह हुई खोजने तारगुच्छोंकी बात। गालाकार या मघन तारागुच्छोंकी भी यहा कमी नहीं है। बड़े विश्वमें ३१ और छोटे विश्वमें १४ गोलाकार तारगुच्छ हैं। मघन तारागुच्छोंकी दृष्टिमें यह कहा जा सकता है कि मेगेलन ताराविश्वकी थोड़ी आबादी (Stellar population) साग-उपनिवेश २ प्रकारकी भी हैं। आम तौर पर तारा-उपनिवेश १ की आबादीवाले इन ताराविश्वोंका एक बिगिष्ट लक्षण नीले विराट तारोंके एक सघन तारगुच्छका है। इससे बड़े आश्चर्यकी दूसरी बात यह है कि बड़े मेगेलन ताराविश्वोंमें सघन नीले तारागुच्छ जन्म पा रहे हैं ऐसी वैज्ञानिकोंकी दृढ़ धारणा है। मदाकिनी विश्व इस प्रकारकी कोई विचित्रता दिखलानेका शक नहीं ले सकता है।

मेगेलन विश्वोंके रूपकी प्रकारके रूपविकारी तारोंकी तरह उनके ग्रहणवर्गी रूपविकारी तारे भी महान हैं। इन महानोंमें भी एक महान तारा है जो रूपविकारी तारोंका सिरमौर है।

उपर्युक्त महान तारेका नाम है स अस्तिमोन (S Doradus)। इस तारेका निरपेक्ष वजन १० से ११ है और इसी कारण उसे नम्र ओलसे देग पाना मुश्किल है। यह होते हुए भी आश्चर्यकी बात यह है कि आज तकके ज्ञात अत्यंत तेजस्वी तारोंमें वह सबसे ज्यादा तेजस्वी है। उसका तेजान १० लाख है। सूर्यसे दस लाख गुना तेजस्वी यह तारा वास्तवमें अकेला तारा नहीं है। वह एक युग्म तारा है जिसके दोनों साथी-तारे बराबर एकते हैं। मगर एकसे दो तारोंका अर्थ दो छोटे-छोटे तारे मगसनेकी जल्द नहीं है। स अस्तिमोनके एक तारेका व्यास सूर्यव्याससे १९०० गुना है और दूसरे तारेका २१०० गुना। उनके द्रव्यमचयकी बात भी आश्चर्यजनक है। एक तारा सूर्यसे १४५ गुना भारी है तो दूसरा १६० गुना।

ऐसे अति मयत्तिवान, अति विराटोंमें भी अति विराट परम तेजस्वी तारेसे स्पर्धा करने-वाला कोई तारा मदाकिनी विश्वमें है ही नहीं।

कुदरत छोटोंकी बड़ाई बखानेके बक्त कोई और-कसर नहीं रखती है यह बात यहां प्रतिबिम्बित होनी नजर आती है।

अपने स्थानीय विश्व मभूहके अन्यत्र नजदीकके दो ताराविश्वोंकी बात कर लेने पर, इसी जूथके सबसे दूरसे ताराविश्व-देवयानी विश्व-की अब बात करेंगे।

दूरबीनका आविष्कार हुआ उससे पहले, नम्र आपसे दियाई देनेवाले अत्यंत दूरसे अवकाशीय पदार्थोंमें देवयानी ताराविश्व एक है। एक ईरानी (Persian) फगालशास्त्रीने इसे ९ वीं मदीमें देखा था। नारोंके हिमावने विशिष्ट स्पष्टताके इस विश्वका तब विमोचने

खास अभ्यास नहीं किया था और इस कारण उसकी गिनती आकाशगंगाके वायुवादलसे कुछ अलग चीजके रूपमें न हुई। परिणाम यह हुआ कि उसके बारेमें कोई अन्वेषण न हुआ और सारी बात विस्मृतिके गर्तमें चली गई।

देवयानीविश्वका पुनः दर्शन हुआ सन १६१२ में और वह भी दूरबीनके कारण।

देवयानीविश्व ताराभुजाओंवाला सर्पिल ताराविश्व है। उसकी रूपछटा अनुठी है। प्रभावोत्पादक इस ताराविश्वने खगोलशास्त्रियोंका जितना ध्यान खींचा है उतना ही उसने खगोल-रसिकोंका और आम जनताका भी खींचा है। विज्ञापनकी भाषामें कहें तो यह ताराविश्व फोटोग्राफीका उत्तम पोझ (Pose) प्रस्तुत करता है। चमकते केन्द्रको चारों ओरसे लपेटने-वाले वायुवाहुओंके बीचवाला भाग कालापन लिये हुए है और वह देवयानीविश्वको अधिक शोभित करता है। दूरबीनवाले व्यक्तियोंने देवयानीविश्वके उपर्युक्त सौन्दर्यका पान न किया हो यह करीब करीब असंभवित बात है। देवयानीविश्वको देखनेका लोभ टाली जानेवाली चीज नहीं है।

देवयानी तारकमंडलमें दिखाई पड़ता यह विश्व अपने मंदाकिनी विश्व जैसा मगर इससे कुछ बड़ा ताराविश्व है। देवयानी ताराविश्वकी दूरी आवुनिक हिसाबसे २२ लाख प्रकाशवर्ष



पडविन, पी. हवल

हिसाब लगाया तो वह साढ़े सात लाख प्रकाशवर्षका मालूम हुआ। उन दिनों इस प्रकारके बड़े अंतरोंकी कल्पना किसीने भी न की थी। और यों उसका प्रथम प्रत्याघात दुनियाको अचरजमें डालनेका हुआ। पर आज हम जानते हैं कि देवयानी विश्वका उपर्युक्त अंतर उसके सच्चे दूरत्वका केवल तीसरे भागका ही है।

देवयानीविश्वका व्यास अपने ताराविश्व-मंदाकिनीविश्व से दुगुना (२ लाख प्रकाश-वर्षका) है मगर उसका द्रव्यसंचय ३३० अरब सूर्यके बराबरका है। अपने ताराविश्वके हिसाबसे यह द्रव्यसंचय प्रमाणमें कुछ कम है। निरीक्षणोंसे मालूम हुआ है कि देवयानीविश्वमें तारा

नजदीकके ताराविश्व : ६५

उपनिवेश १ प्रकारके तारोंकी सख्या कुल तारोंकी सख्याके २० प्रतिशत जितनी है मगर उनके द्वारा विकिरित होनेवाला प्रकाश समग्र ताराविश्वके प्रकाशनिर्गमके ९० प्रतिशत जितना है। देवयानीविश्वके निस्तेज तारोंको दूरबीनसे देख पाना समभव नहीं है। बहुत बड़ी दूरबीनसे केवल विराट तारोंकी क्षापी हो सकती है। हाँ, देवयानीविश्वके सघन गोलोकार तारकुमुच्छोंको देखा गया है और यों देवयानीविश्वमें तारा-उपनिवेश २ प्रकारके तारे बड़ी सख्यामें होनेका पता चला है। देवयानीविश्वमें स्फोटक और परमस्फोटक तारे भी हैं। विशेष करके वे केन्द्रभागमें मालूम पड़े हैं। हर वर्ष वहाँ करीब २६ स्फोटक तारे दिखाई देने हैं। परम स्फोटक तारोंकी सख्या बहुत ही कम रहती है और उनके विस्फोट सबेरे अरसेके बाद नजर आते हैं।

जिनमें हम देवयानीविश्वके स्वरूपकी बात करेंगे।

देवयानीविश्वका मध्यभाग अढाकार है और इसका विस्तार बहुत बड़ा नहीं है। केन्द्रमें ३००० प्रकाशवर्षकी दूरी पर इस विभागमेंसे भुजायें फूटती हैं। केन्द्रके समीपकी पहली भुजा एक चक्रका अंतर काटकर दो भागोंमें विभक्त हो जाती है। यह भुजा ज्यादातर वायु और धूलके बादलोंसे बनी है और उसका आरम्भ जटिल प्रकारका है। देवयानी विश्वकी दूसरी भुजाका रूप ज्यादा स्पष्ट है। केन्द्रसे वह ३००० पार्सेक (या १०,००० प्रकाशवर्ष) दूर है और उसमें चमकती हाइड्रोजन वायुके अनिरिक्षित नीले गरम तारे भी हैं। देवयानीविश्वकी तीसरी भुजा अनिविराट तारोंमें भी समृद्ध है तो चौथी भुजा विराट और अनिविराट तारोंके अलावा चमकते वायुवादलोंमें भी समृद्ध है। यह माना जाता है कि इस भुजाका मारा द्रव्य उत्पन्न होकर तारोंमें एकत्र गया है। देवयानीविश्वकी और दो भुजायें भी हैं जो केन्द्रसे सबसे दूरकी हैं और जिनमें अनेक नीले, लाल अनिविराट तारोंके अलावा कृपण प्रकाशके रूपविकारी तारोंकी मजल्लिप्त जमी है। इन वायुभुजाओंमें धूलका अस्तित्व नहीं है और इस कारण उनकी भेदकर मुद्गर अनिरिक्षित हमारी दृष्टि पहुँच सकी है।

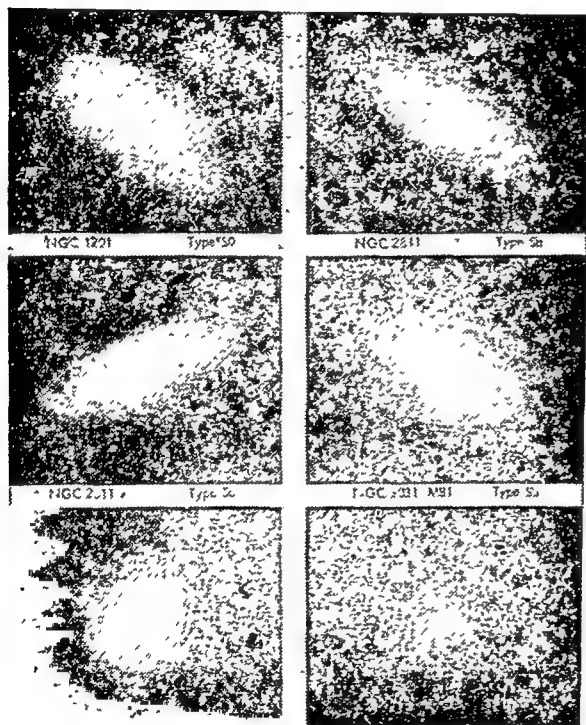
मगर यह हुई वाद्योंकी क्या। इन भुजाओंमें अलग देवयानीविश्वकेन्द्रमें करीब ५ लाख प्रकाशवर्ष दूर ४ वर्णवर्णके गरम तारे दिखाई पड़े हैं। अनुमान किया जाता है कि देवयानी विश्वकी कोई भुजा अल्प वन बादमें अदृश्य होकर तारोंके रूपमें परिवर्तित हो गई हो।

अनिरिक्षितमें देवयानीविश्व अकेला नहीं है। वह भी त्रिकविश्वका एक सदस्य है। देवयानी विश्वके मायोविश्व एन जी सी २२१ (मे ३२) और एन जी सी २०५ हैं। इन दोनोंको देवयानीविश्वके उपविश्व कहना ठीक होगा। ये दोनों हमारे मेगेलन ताराविश्व जैसे भी नहीं हैं। सामान्य ताराविश्वोंके हिमाकसे वे अत्यंत छोटे या वामनविश्व हैं। न २०५ विश्वके तारोंको अग्न अग्न करके देखा जा सता है। मालूम हुआ है कि वे सभी तारा-उपनिवेश २ प्रकारके अपेक्ष तारे हैं।

देवयानीविश्व हमसे कितना ही दूर क्यों न हो, ब्रह्मांडकी समझनेके मानकोंके प्रयत्नों और निरीक्षणोंके उत्तम क्षेत्रके रूपमें उसका व्योरेवार अभ्यास अत्यंत फलप्रद साबित हुआ है।

१०. ताराविश्व : प्रकार और द्रव्यसंचय

मंदाकिनी ताराविश्वकी बात हमने सुनी । हमने यह भी देखा कि हमारे ताराविश्वमे १०० अरब तारे हैं, और करीब उतने ही तारे पैदा करनेवाला ताराद्रव्य मौजूद है। मंदाकिनी



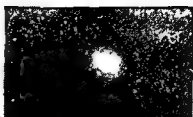
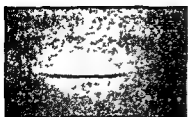
विश्वके भीतरसे उसका संपूर्ण दर्शन करना संभवित-नहीं है ।

आकाशगंगाके पाटवाला हमारे विश्वका हिस्सा ठोस तारा-वादलों और वायुवादलोंवाला है । इस कारण उस पाटके पार क्या है वह दूरबीनसे भी दिखाई पड़े जैसा नहीं है । फिर भी मंदाकिनी विश्वके अन्य हिस्सोंमे जहाँ तारे अलग-अलग हैं और जहाँ वायुवादल कम और बिखरे हुए हैं वहाँसे अंतरिक्षके अंदर झाँका गया है । दूरबीनकी मददसे दूर-दूरके ताराविश्व देखे जा सके हैं । इन तारा-विश्वोंको पहले मंदाकिनी-विश्वके भाग या द्वीपविश्व समझा जाता था । बादमे

विषय ताराविश्व

मालूम हुआ कि यह अनुमान गलत था । ताराविश्वोंके अंतरोंको कम नापे जानेके कारण अनुमानमे भूल आती थी । शुरू शुरूमे, देवयानी विश्व हमसे एक लाख प्रकाशवर्ष दूर होनेका माना गया था लेकिन बादमे उसका ७३ लाख प्रकाशवर्ष दूर होना मालूम हुआ था । आधुनिक हिसाब उसे २२ लाख प्रकाशवर्ष दूर रखता है । इतना ही नहीं लेकिन उसे हमारे मंदाकिनीविश्वसे भी बड़ा विश्व मानता है ।

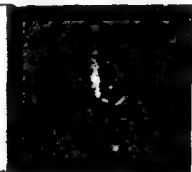
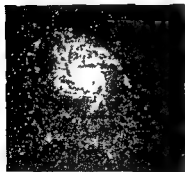
ताराविश्व : प्रकार और द्रव्यसंचय : ६७



१



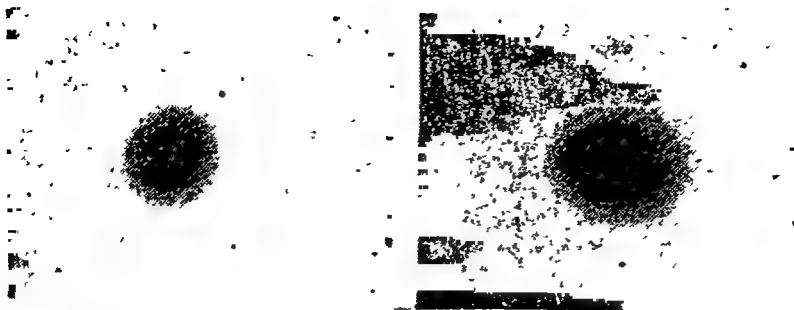
२



३

१. एन बी सी ४५९४
२ " २८४१
३ " ५४५०

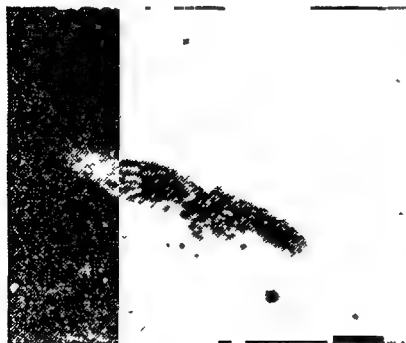
१ एन बी सी २८५९
२ " ५८५०
३ " ७४७९



१



२



३

१. एन जी सी ३३७९
२. " ४६२१
३. " ३०३४

१. एन जी सी २२१
२. " ३१२१
४. " ४४४९

छोटी दूरबीनोंमें देगन पर, प्रारम्भ, ताराविश्व बाउन्ड्डन घुंघले प्रकाशपूज जैसे दिगार्द दिये ये। इनकी शकल जडे जैसी या गोल दिगार्द दी थी। और उनना मध्यभाग और भागोंमें ज्यादा चमकीला दिगार्द दिया था। मगर इस तरहवे विश्वदशनमें ताराविश्वोंके आंतरिक स्वरूपों के बारेमें कोई खास जानकारी प्राप्त नहीं होती थी। विशेष जानकारी प्राप्त करनेके लिये बड़ी और ज्यादा शक्तिशाली दूरबीनें बनायीं गयीं। ऐसी दूरबीनोंके द्वारा ताराविश्वोंके फोटो खींचे गये तो कई एक ताराविश्वोंकी शकल भँवर जैसी सपिलाकार जाहिर हुई। इतना ही नहीं मगर इनकी नाभियोंमें भी तारोंका अस्तित्व पाया गया। विविध ताराविश्वोंकी नाभियोंका छोटी-बड़ी होना भी जाना गया है। इनके अलावा कई एक ताराविश्वोंमें नाभिकें अतन्त्रागमे फूटकर उसके चारों ओर फड़ेके रूपमें लिपटनेवाली तारों और वायुओंकी बनी विश्वभूजायें भी देखनेको मिली हैं। बहुत सी भूजायें नाभिकों अत्यन्त निबटने लिपटती हुई मालूम हुई हैं तो कुछ एक अत्यन्त दूरसे और वह भी स्पष्ट रूपमें।

दूरबीनों द्वारा प्राप्त जानकारीके कारण ही ताराविश्वोंके स्वरूपोंकी समझना सरल हुआ है।

हम यह जानते हैं कि अंतरिक्षमें आये हुए सभी ताराविश्व एक-से नहीं हैं। आकार, प्रकार और तारामण्डलकी दृष्टिसे ये सब एक दूसरेसे अलग पड़ते हैं। कुछ ताराविश्व हमसे बहुत ही दूर अवस्थित हैं फिर भी वास्तवमें उनका छोटा और निस्तेज होना भी जाना गया है। इस कारण ताराविश्वोंका अभ्यास करते समय उनकी विभिन्नतामें सबादिता खोजनी चाहिये। ताराविश्वोंकी प्रमुख सबादिता उनके स्वरूपोंकी है। ताराविश्वोंके स्वरूपोंका विशिष्ट अभ्यास विख्यात खगोलवेत्ता हबलने किया था। दूरबीन एवं फोटोकी पद्धतिसे निरीक्षण करनेके बाद उसने घोषित किया कि स्वरूप भेदमें ताराविश्व अडाकार या गोलाकार ताराविश्व, सपिला ताराविश्व और अल्प ताराविश्व ऐसे तीन प्रमुख प्रकारोंमें बँट जाते हैं।

उपर्युक्त तीनों प्रकारके विषयमें हम थोड़ी चर्चा करेंगे।

सबसे पहले अडाकार ताराविश्वकी बात करेंगे। इस प्रकारके ताराविश्वोंको खगोलशास्त्री इ (यानी Elliptical) सज्ञाने पहचानते हैं।

अडाकार ताराविश्व गोलाकारसे लेकर मसूराकार तकके आकारोंकी विविधता दर्शाते हैं। ये आकार इ, मे, ड, तबके हैं। इ, सज्ञावाले ताराविश्व सपूर्ण गोलाकार हैं जबकि दूसरे आकार-वाले ज्यादा चिपटे। अडाकार ताराविश्वोंका इ अक्ष १० (क-ख) —क पूर्णांक जवाबमें प्राप्त किया जाता है। यहाँ क और ख क्रममें अडाकारके गुरु और लघु अक्ष हैं। सामान्यतया क-ख का अक्ष ३ से ज्यादा नहीं होता है और इसलिये इ, सज्ञावाला ताराविश्व सरसं ज्यादा चिपटा या मसूराकार माना गया है।

अडाकार ताराविश्व बीच भागमें चमकीले होते हैं, पर छोर तक पहुँचने के घुंघले पड़ जाते हैं। इन ताराविश्वोंके कोई निश्चित सीमा नहीं होती है और इस कारण उनका स्वरूप भी स्पष्ट नहीं होता है। वायुके गाँभे-मुँदे जैसे इनके आकार इन विश्वोंकी आंतरिक संरचना सम-

ज्ञानमें विघ्नरूप बने हैं। ऊपर ऊपरकी दृष्टिसे ऐसा लगता है मानो अंडाकार ताराविश्व सघन तारागुच्छोंकी तरह तारोंसे ठूस-ठूसकर भरे गये छोटे ताराविश्व हैं। अत्यंत शक्तिशाली दूरबीनोंसे इनके तारे देखे गये हैं। मालूम हुआ है कि बहुधा वे सभी लाल रंगके तारे हैं। इ ताराविश्वोंमें नीले और श्वेत तारे नहीं हैं। नीले और श्वेत तारे युवा तारे हैं। लाल तारे अवेड़ उम्रके हैं। प्रश्न होगा अंडाकार ताराविश्व अवेड़ ताराविश्व हैं क्या? उनके इ, से इ, के क्रमका क्या? क्या यह क्रम उत्क्रान्ति दिखानेवाला क्रम नहीं है?



कन्या राशिका सर्पिल ताराविश्व एन जी सी ४५९४

आधुनिक शोधोंके द्वारा यह ज्ञात हुआ है कि इ प्रकारके कई एक ताराविश्व दूसरे तारा-विश्वोंकी अपेक्षा कम गाढ़ापन लिय हुए हैं। इसके अलावा कुछ ताराविश्व कालापन घारण किये हुए भी मालूम पड़े हैं। उत्क्रान्तिके हिसाबसे इन बातोंका अर्थ क्या समझा जाय? तारा-विश्वोंकी उत्क्रान्तिकी चर्चाकी आगे पर छोड़कर, यहाँ हम ताराविश्वोंकी अन्य बातें करेंगे। आकाशमें अवस्थित ताराविश्वोंमें से ८० प्रतिशत ताराविश्व सर्पिल आकारके हैं। सर्पिल तारा-विश्वोंको दो उपप्रकारोंमें बाँटा गया है: (१) सामान्य और (२) दंडीय। इन दोनोंका अनुपात ५० : ३० का है।

सर्पिल ताराविश्वोंकी विशेषता इन विश्वोंके नाभिप्रदेशको लिपटनेवाली विश्वभुजाओंकी है। सामान्य सर्पिलमें ये भुजायें नाभिके अंत भागसे फूटती मालूम होती ह मगर दंडीय तारा-विश्वमें वे उसके मध्य भागमें अव्यवस्थित लंबे दंड जैसे आकारके सिरसे फूटती मालूम होती हैं। सामान्य सर्पिलमें ये भुजायें दो या उससे ज्यादा होती हैं मगर दंडीय ताराविश्वोंमें वे दो से अधिक नहीं होती हैं।

ताराविश्व : प्रकार और द्रव्यसंचय : ७१

नाभि और भुजाओंके कारण सामान्य एव दृढीय सपिलके तीन ओर प्रसार हो जाते हैं। मरलताके लिये हम इन विस्वोंको क्रमसे स (S) और सद (SB) कहेंगे और उनके तीन प्रकारोंको क, ख और ग से पहचानेंगे।

सक ताराविश्वका केन्द्रभाग अत्यंत स्पष्ट और अन्य ताराविश्वोंकी अपेक्षा कुछ बड़ा होता है। विश्वभुजायें नाभि भागके विलकुल पास लिपटी हुई रहती हैं।

सक ताराविश्वोंमें नाभि छोटी होती है पर उसमेंसे फूटनेवाली विश्वभुजायें सककी तुलनामें ज्यादा खुली हुई होती हैं। देवयानी विश्व और मदाकिनीविश्व इस प्रकारके ताराविश्व हैं। इस प्रकारके ताराविश्वोंकी भुजायें अधिक विकसित मानी जाती हैं। इन विश्व बाहुओंमें अनेक विष बायुलच्छे और बायुपिंड देवनेको मिलते हैं। मे ८१ के चित्रको देखने पर मालूम होगा कि सक ताराविश्वोंकी विश्वभुजायें अपनी नाभिके करीब वर्तुलाकारमें घेरती हुई दिखाई देती हैं।

सक ताराविश्वोंका नाभिभाग बहुत छोटा होता है, मगर उसकी बाहुयें अत्यंत बड़ी और विकसित होती हैं। यद्यपि इनके स्वरूप ऊपर ऊपरसे अनियमित और अस्पष्ट आकारके होते हैं तथापि ये विश्वभुजायें नाजुक और घनी भी हो सकती हैं। इनकी स्पेट निहायत पौली रहती है। ये भुजायें नाभिमें दूर हट जाना चाहती न हो ऐसी दनकी प्रवृत्ति मालूम होती है।

सामान्य तौर पर स ताराविश्व तेजस्वी बायुवादलोंकी और घूलने क्षम हिस्सीवाली जटिल रचनायें हैं। ताराविश्वोंमें आये हुए घूलने बादलोंके कारण सक ताराविश्वोंके विलकुल बीचमेंसे होकर पार होनेवाली क्षम रेखायें दिखाई देती हैं। इन रेखाओंके कारण सक ताराविश्व दो भागोंमें विभक्त हो जानेका भाम होता है।

दृढीय सपिल (सद) के भी क, ख और ग उपविभाग हैं। जैसे ऊपर बतला आये हैं, इन प्रकारके ताराविश्वोंकी भुजायें नाभिमेंसे नहीं मगर ताराविश्वके मध्यदृढके दोनों मिरोंमें फूटती और ताराविश्वको स्पेटती हुई मालूम होती हैं। सदक (SB₁) में यह स्पेट ज्यादा कमकर लगी हुई है जब कि सदक (SB₂) में विलकुल खुली।

सदक ताराविश्वोंका नाभिभाग बहुत ही स्पष्ट है पर उसकी भुजायें उतनी स्पष्ट नहीं हैं। वे मुखिलमे दिखाई दें उतनी ही तेजस्वी हैं। यह कहना ठीक होगा कि वे कम विकसित हैं। एक भुजा जहाँ से फूटती हो वहाँ दूसरी भुजा आकर समाप्त होनेके कारण सदक प्रकारके ताराविश्वका स्वरूप ७ (घोटा) आकारका दिसता है।

सदक का केन्द्रभाग अधिक स्पष्ट नहीं होता मगर उसकी विश्वभुजायें ज्यादा स्पष्ट हैं। ये भुजायें मध्यदृढके दोनों सिरोंसे लव रूपमें फूटकर ताराविश्वको लपेटमें लेनेका प्रयास करती दिखाई देती हैं।

सदक ताराविश्वोंकी नाभिथी विलकुल छोटी होती है पर उनकी भुजायें एक दूसरीसे बहुत दूर और अस्पष्ट रूपकी होती हैं। इन ताराविश्वोंका आकार ६ जैसा होता है।

दंडीय ताराविश्वोंके दो भुजाये होती हैं। कई ताराविश्वोंमें ये पूरी पूरी विकसित नहीं होतीं। इस कारण उन ताराविश्वोंको सामान्य सपिल ताराविश्व माने जाते थे। मेगेलन गुरु-मेघ दंडीय ताराविश्व है पर उसके केवल एक ही भुजा है। यह संभव है कि उसकी दूसरी भुजा अभी आकार ले रही हो या हो सकता है कि वह विलकुल विलुप्त हो गई हो।

सपिल ताराविश्व सामान्य प्रकारका है या दंडीय प्रकारका वह निश्चित करनेका काम बहुधा कठिन बन पड़ता है। नीले तारोंके तेजमें एक ताराविश्व (एन जी सी ५१९४) सामान्य सपिल ताराविश्व होनाका मालूम हुआ था, मगर पीले-नीले तारोंके तेजमें वही ताराविश्व दंडीय-सपिलका स्वरूप दिखाता हुआ मालूम हुआ। तात्पर्य यह है कि ताराविश्वोंके जिन प्रकारों की हम बातें करते हैं वे सिर्फ दार्शनिक ढंगके हैं। उनके अन्य तरहके विभाजन भी संभवित हो सकते हैं। ऐसी रिक्तताका कारण ताराविश्वों द्वारा होनेवाला हमारे नियमोंका अनादर है। हम जो नियम बनाये उनके अधीन वे कैसे रहें? और इसी कारण यों कहा गया कि ताराविश्वोंका मनुष्यनिर्मित वर्गीकरण अंतिम प्रकारका या अविकारी रूपका नहीं है।

अरूप ताराविश्वोंके बारेमें भी थोड़ी चर्चा करेंगे।

अरूप ताराविश्व वेढ़व, संमिति रहित, नाभिहीन ताराविश्व हैं। अन्य ताराविश्वोंके मुकाबले में ये ज्यादा घुंघले हैं। आज पर्यंत जिन ताराविश्वोंका अध्ययन किया जा सका है वे सभी हमसे ज्यादा नजदीक होनेके कारण थोड़े-बहुत चमकते दिखाई देते हैं। आयतनकी दृष्टिसे अरूप ताराविश्व सबसे छोटे हैं। आजकल इनसे भी और छोटे आयतनके अरूप ताराविश्वोंका पता चला है। बहुत छोटे होनेके कारण इन्हें वामन ताराविश्व कहते हैं। इनकी खोजके कारण ताराविश्वोंका उत्क्रांति-अंकुड़ा ज्यादा अर्थपूर्ण बन गया है।

हवलने ताराविश्वोंके अंडाकार, सपिल और अरूप ऐसे जो तीन प्रकार बताये थे उनमें अब एक और नया प्रकार जोड़ा गया है। यह है स_०। यह प्रकार अंडाकार और सपिल प्रकारोंके बीचका है। क्रमकी दृष्टिसे इ_०, स_० और स_क या सद_क क्रम अथवा स_क या सद_क, स_०, इ_० क्रम अपनाया जा सकता है, मगर इसकी चर्चा हम बादमें करेंगे।

ताराविश्वोंमें प्रवर्तमान विषमताओंकी भी थोड़ी बात कर लें। सबसे पहले नजरमें आनेवाली बात आयतनकी है। ताराविश्वोंके प्रमुख तीन प्रकारोंमें से सपिल ताराविश्व सबसे बड़े हैं और उन सभीमें प्रचुर मात्रामें वायुवादल हैं। अंडाकार ताराविश्वोंकी अपेक्षा वे सब ज्यादा नीले हैं। इसका अर्थ इन ताराविश्वोंको युवा ताराविश्व माननेका हो सकता है क्या? विश्वसमूहके ताराविश्वोंके निरीक्षणोंसे मालूम हुआ है कि हमसे एक समान अंतर पर आये हुए ताराविश्व आयतनमें छोटे-बड़े हैं, इतना ही नहीं पर तेजांककी दृष्टिसे विभिन्नतावाले भी हैं। एक ही विश्वसमूहके अत्यंत तेजस्वी ताराविश्वोंका उसी समूहके घुंघले ताराविश्वोंसे दस हजार गुना प्रकाशित होना मालूम हुआ है। विश्वसमूहके ताराविश्वोंके हमसे अंतर उस समूहके तेजस्वी ताराविश्वोंके आधार पर खोजे जाते हैं। इन तेजस्वी ताराविश्वोंको विराट ताराविश्व कहा जाता है। प्रत्येक विश्वसमूहमें दो-पाँच विराट

ताराविश्व : प्रकार और द्रव्यसंचय : ७३

ताराविश्वोंका होना माना जाता है। विराट नाराविश्वका तेजाव १० लाख अरब भूयका है। इससे उलटा घुंघरे ताराविश्व १० लाख सूय-तेजाववाले होते हैं।

ताराविश्वोंके प्रकारोंकी वामके बाद अब इनके द्रव्य-सचय (Mass) को बात करेंगे।

मदाकिनी विश्वमें १०० अरब तारे हैं यह तो हम जानते ही हैं। प्रश्न होगा कि यह सत्या कैसे प्राप्त हुई होगी? इन सारे तारोंको गिननेको कोई थोड़े ही बैठे होगा? और गिनना सम्भव भी कैसे हुआ होगा। मदाकिनी विश्वके सभी तारोंको देखना मुमकिन नहीं है। और तो और इन सबके फोटो उतारना भी मुमकिन नहीं। हमारे विश्वमें आये हुए वायु और धूलके बादल जिस तरह दूरबीनकी दृष्टिको रोकते हैं उसी तरह वे तारोंके फोटोमें भी अवरोध उत्पन्न करते हैं।

तो फिर १०० अरब तारोंके होनेका कैसे मापूम हुआ होगा?

गुरुत्वाकर्षण शक्तिकी बात हम जानते हैं। इसके कारण पदार्थ वजनदार बनता है। अपने वजनके कारण टूट पड़नेसे बचनेके लिये ताराविश्व अक्षभ्रमण करते रहते हैं। तारा-विश्वोंके अक्ष-भ्रमणके वेगोंका पता लगाकर नाराविश्वोंके द्रव्यसचयका पता लगाया जाता है। यह हम जानते हैं कि सूर्य मदाकिनीविश्वके केन्द्रकी प्रदक्षिणा करता है। केन्द्रमें वह करीब ३०,००० प्रकाशवर्ष दूर है। उसकी प्रदक्षिणाका वेग प्रति सेकंड करीब ३५० किलोमीटर है। मदाकिनीविश्व उसके आजके स्वरूपमें ज्यादा घना होता तो सूर्यको उनकी आजकी गतिकी अपेक्षा ज्यादा वेगमें केन्द्र परिक्रमा करनी पड़नी। सूर्यके इर्दगिर्दके सभी तारोंका हाव भी वही है। वे सब विश्वकेन्द्रका भ्रमण करते हैं। ताराविश्वके अंतिम छोर पर आये हुए तारोंका वेग जाननेके बाद समस्त ताराविश्वका द्रव्यसचय जाना जा सकता है। हमारे ताराविश्वका द्रव्य सचय २०० अरब सूर्यद्रव्य जितना है। इसमें १०० अरब सूर्यद्रव्य तारोंके रूपमें है और बाकीका अतर्नास्वीय वायुरूपमें। देवयानीविश्वका द्रव्यसचय भी इस तरह खोजा गया है। अपनी धुरी पर घूमनेवाले किसी भी पदार्थका एक ओरका आधा हिस्सा हमारी ओर आता हुआ दिखाई देता है जब कि बाकीका आधा हिस्सा हमसे दूर जाता हुआ। देवयानी-विश्वका हमसे अंतर २२ लाख प्रकाशवर्ष है। देवयानीविश्व-केन्द्रसे उसके अंतिम छोरका अंतर, छोरके तारोंका भ्रमणवेग एवं देवयानीविश्वकी अंतरिक्षकी नन अवस्थिति आदिके आधार पर जाना गया है कि देवयानीताराविश्वका कुल द्रव्यसचय ३३० अरब सूर्य-द्रव्य जितना है। देवयानीविश्व मदाकिनीविश्वमें भी बड़ा विश्व है। अंतरिक्षके सारे विश्व इतने बड़े नहीं हैं। ज्यादातर ताराविश्व कम द्रव्यसचयवाले हैं। कई एक ताराविश्व इतने छोटे हैं कि उनका समूचा द्रव्यसचय केवल एक अरब सूर्य-द्रव्यके बराबर है।

अंतरिक्षस्थित सभी ताराविश्वोंका द्रव्यसचय इस तरह प्राप्त नहीं हो सकता। ऐसे भीको पर युग्मपद्धति काममें लायी जाती है। अंतरिक्षमें अनेक विश्वयुग्म अवस्थित हैं। विश्व-युग्मके विश्व अगर अपने सामान्य गुरुत्वकेन्द्रके इर्दगिर्द घूमते न रहें तो वे एक दूसरेमें बिचे

जायें। युग्म ताराविश्वोंका गुरुत्वकेन्द्रसे अंतर और केन्द्रके इर्दगिर्द घूमनेके वेगके हिसाबसे तारा-विश्वोंका द्रव्यसंचय खोजा जाता है। खगोलशास्त्री पेइन्ने, ताराविश्वोंका इस प्रकार द्रव्यसंचय खोजते समय एक हैरतभरे तथ्यका आविष्कार किया है। उसका कहना है कि अंडाकार ताराविश्वकी द्रव्यसंपत्ति सामान्य सपिल ताराविश्वकी या अरूप ताराविश्वकी द्रव्यसंपत्तिसे ५० से ६० गुना ज्यादा है। हम गायद यह कहे कि यह भी एक अच्छी मजेदार कहानी है। अंडाकार ताराविश्व अगर ठोस हो तो उत्क्रान्तिके हिसाबसे उसे इ. तक पहुँचनेमें द्रव्यकी कमी न रहेगी : और बादमें वह स. ताराविश्व बनकर अपने द्रव्यको नष्ट करनेवाला कमवजनी सपिल ताराविश्व भी बन सकेगा। मगर यह बात सिर्फ कल्पना ही है। ताराविश्वोंकी उत्क्रान्ति-कथा कहना अभी जेप है।

ताराविश्वोंके द्रव्यसंचय खोजनेकी एक तीसरी पद्धति भी है। यह रीति विश्वसमूह पर आधारित है। विश्वसमूहमें अनेक ताराविश्व हैं। समूहमें होनेके कारण उन सबका स्थिर अस्तित्वमें होना माना जा सकता है। कहनेका तात्पर्य यह है कि समूहका कोई विश्व विशेष वेग प्राप्त करके समस्त समूहके गुरुत्वाकर्षणकी पकड़से छटक नहीं सकता ऐसा अनुमान किया जा सकता है। विश्वसमूहके सारे विश्वोंके अंतरिक्ष-वेग समान नहीं होते। डोप्लर असरके द्वारा समूहके सारे ताराविश्वोंके वेगोंको नाप कर उनमेंसे जो वेग सबसे ज्यादा मालूम हो उसे ध्यानमें रखकर समग्र विश्वसमूहके द्रव्यसंचयका पता लगाया जाता है और बादमें प्रत्येक ताराविश्वके औसत द्रव्य संचयका अंदाजा किया जा सकता है।

उपर्युक्त पद्धति है तो विलकुल वैज्ञानिक, पर इस पद्धतिसे हिसाब लगाने जब वैज्ञानिक लोग बैठे तब उनको मालूम हुआ कि ताराविश्वोंका उनके द्वारा प्राप्त किया गया द्रव्यसंचय अन्य रीतियोंसे खोजे गये द्रव्यसंचयकी अपेक्षा १० से १०० गुना अधिक है !! ज्यादा अचम्भेकी बात यह थी कि अलग-अलग वैज्ञानिकोंने जुदा-जुदा स्थानों पर इसी रीतिके अनुसार खोजे हुए द्रव्यसंचय भी १० से १०० गुना अधिक ही मालूम हुए हैं। इसे पद्धतिकी क्षतिका दोष माना गया। मगर पद्धतिका दोष ढूँढ़नेको जब वैज्ञानिक बैठे तो एक नवीन तथ्य उनके सामने प्रकट हुआ। विश्वसमूहके विश्वोंके बीचमें जो अंतरिक्ष अवकाश (Space) है वह सही अर्थोंमें खाली न होकर द्रव्य धारण करनेवाला है। विश्वसमूहका द्रव्यसंचय खोजते वक्त अंतरिक्षस्थित उस द्रव्यका भी द्रव्यसंचयमें समावेश हो जाता था। वैज्ञानिकोंने इस परसे दो निष्कर्ष निकाले हैं। (१) वायुओंका या नष्ट हुए तारोंका द्रव्य अंतरिक्ष द्रव्यके-रूपमें अंतरिक्षमें परिव्याप्त है। नग्न आँखसे वह नहीं दिखाई पड़ता है मगर अन्य तरीकोंसे अपना अस्तित्व जाहिर करनेवाला वह द्रव्यसंचय ताराविश्वोंके द्रव्यके हिसाबसे १० से १०० गुना है। मतलब कि विश्वसमूहके ताराविश्वोंका समग्र द्रव्य अंतरिक्षके द्रव्यकी तुलनामें बहुत कम है ! इस अंतरिक्ष-द्रव्य ही के कारण विश्वसमूहके विश्वोंका औसत द्रव्यसंचय उनके सही द्रव्यसंचयकी अपेक्षा अधिक मात्रामें होनेका मालूम हुआ है। (२) प्रचंड वेग धारण करनेके कारण कई विश्व अपने समूहसे अलग हो जाते हैं। यों विश्वसमूह टूटते रहते हैं और यही कारण है कि अंतरिक्षके द्रव्यसंचयका अंक इतना बड़ा दिखाई देता है।

ताराविश्व : प्रकार और द्रव्यसंचय : ७५

दलील करनेकी मातिर मान लीजिये कि ऊपर कही गई दूसरी दृक्वित यथार्थ है। विश्वममूह टूटते जायें तो क्या परिस्थिति हो? हमारे मदाविनी विश्वमें युवा, गरम, नील तारोंके तारागुच्छ टूटते रहते हैं। गुच्छोंके टूटनेके साथ नये तारागुच्छ बनते भी रहते हैं। इन गुच्छोंको जन्म देनेवाली आवश्यक सामग्री वायुवादलोंके रूपमें मदाविनी विश्वमें बहुत जगह बिखरी हुई है। ठीक यही बात तारागमूहों पर भी लागू कर सकते हैं। विश्वममूहके ताराविश्व टूटते जाते हो तो अर्धविश्व-वायुके कारण वहां भी नये नये ताराविश्व जन्म लेते रहना चाहिये। इसका मतलब यह हुआ कि विश्वममूहके ताराविश्वके बीचमें बहुत ही द्रव्य अवस्थित होना चाहिये। इस द्रव्यको हम नहीं देख पाते हैं फिर भी उसकी सर्जनशक्ती अद्भुत है। वाली अतिरिक्त आश्चर्योंमें समृद्ध है।





म ८२

मराठ्य अ

११. ताराविश्व : वितरण और वेग

ताराविश्वोंके आकार-प्रकार, अंतर और द्रव्यसंचयकी चर्चा हमने अभी की। समग्र ब्रह्मांडका कुछ थोड़ा-बहुत स्पष्ट चित्र हमारे सम्मुख स्थापित हो, इसलिये हम ताराविश्वोंके वितरण और वेगकी बात अब करेंगे।

आकाशगंगाका पाट उसके पीछे अवस्थित ताराविश्वोंको देखनेमें बाधक होता है। मंदाकिनी विश्वसे बाहर निकलकर अंतरिक्षमें झाँका जाय तो वहाँ, सब जगह, ताराविश्व फैले हुए दिखाई देंगे। अंतरिक्षकी गहराईमें गहरे उतरने पर, दूनी त्रिज्याके हिसाबसे आठ गुना अंतरिक्ष देखनेको मिलता है। हमसे विलकुल करीबके ताराविश्वोंसे लेकर दो अरब प्रकाशवर्ष दूर अवस्थित ताराविश्वोंकी थाह लगाने पर मालूम हुआ है कि ब्रह्मांडमें सभी दिशाओंमें और सभी जगहोंमें ताराविश्व आये हुए हैं और वह भी करीब-करीब समान मात्रामे।

मगर इसका अर्थ यह नहीं है कि सब ताराविश्व एकदूसरेसे एक समान अंतर पर अवस्थित हैं। कई ताराविश्व एक दूसरेके नजदीक हैं तो कई दूर। कई ताराविश्व युग्म बनाते हैं तो कई छोटे-बड़े समूह। मंदाकिनीविश्वमें जैसे तारोंके गुच्छ हैं वैसे ब्रह्मांडमें विश्वोंके भी गुच्छ हैं। हमारा ताराविश्व अकेला नहीं है। वह भी एक विश्वसमूहका सदस्य है। इस समूहको हम स्थानीय विश्वसमूह कहते हैं।

ताराविश्वोंके सारे समूह भी एकसमान नहीं हैं। ताराविश्वोंकी संख्याके हिसाबसे वे विविध प्रकारके समूहोंकी रचना करते हैं। वैज्ञानिक इन विश्वसमूहोंको पांच विभागोंमें विभाजित करते हैं।

प्रथम विभाग विश्वसमूहका है। विश्वसमूहमें ज्यादासे ज्यादा १०० के करीब विश्व होते हैं।

दूसरा विभाग विश्वगुच्छका है। विश्वगुच्छमें हजारोंकी संख्यामें ताराविश्व होते हैं। इन विश्वगुच्छोंका केन्द्रीय भाग ज्यादा सघन होता है। कई विश्वगुच्छोंमें एकसे ज्यादा गुच्छ-केन्द्र होते हैं। ऐसे विश्वगुच्छ एकसे ज्यादा स्थानोंमें संकेन्द्रणता दिखाते हैं।

विश्वसमूह और विश्वगुच्छमें एक फर्क संकेन्द्रणताका है। विश्वसमूहके विश्व संकेन्द्रणता नहीं दिखाते हैं।

विश्वमेघ तीसरे प्रकारका विभाजन है। विश्वमेघमें सैकड़ों अथवा हजारों ताराविश्व होते हैं। वहुधा विश्वमेघ ऐसे विश्वोंके समूह होते हैं जो किसी भी प्रकारके विशिष्ट या दर्शनीय स्वरूपोंके नहीं होते।

ताराविश्व : वितरण और वेग : ७७

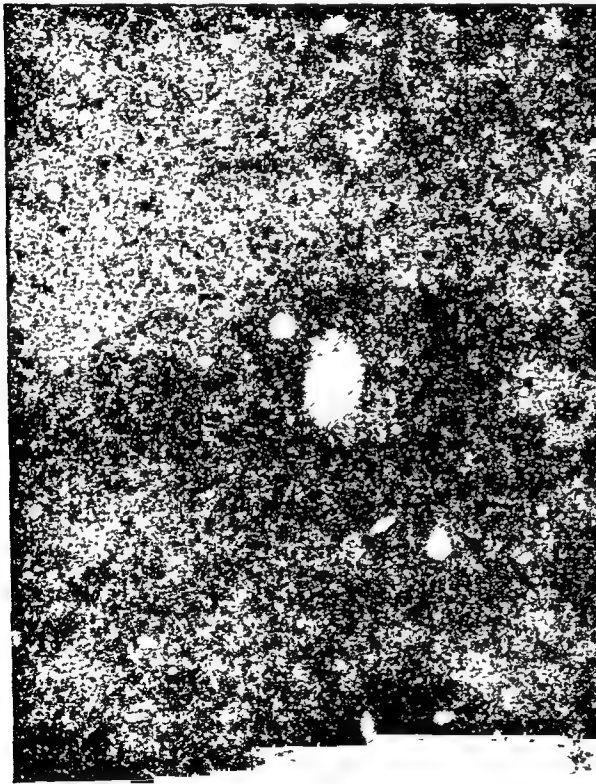
अधिक। हमारे विश्वसमूहमे १७ ताराविश्वोंके अलावा दूसरे १० वामन ताराविश्वोंकी उपस्थितिका पता चला है।

स्थानीय विश्वसमूहके सदस्योंकी कुछ वाते परिगिष्ट १ मे दी गई हैं।

१२० सेन्टिमीटरवाले श्मीट दूरबीनसे अन्य ताराविश्वोंको खोजनेका काम जारी है। संभव है कि मंदाकिनीविश्वके काले बादलोंके पीछेकी ओरके अन्य ताराविश्वोंका पता चले। आजकल इस खोजका काम रेडियो खगोलशास्त्रका विषय बन रहा है।

विश्वसमूहों और विश्वगुच्छोंकी खोजका काम विशेष करके बीसवीं शताब्दीमे ही हुआ है। इसका यश फोटोग्राफी टेकनिकको तथा श्मीट दूरबीनको मिलता है। उन्हींके कारण केशगुच्छ दस हजार ताराविश्वोंको समानेवाला महाविश्वगुच्छ होनेका पता चला है।

केश महाविश्वगुच्छके सघन केन्द्रभाग ही मे ताराविश्व आये हुए हैं। वे एक दूसरेसे विलकुल सटकर बैठे हुए नहीं हैं। उनके आपसका सामान्य अंतर दो लाख प्रकाशवर्षका है।



केश विश्वगुच्छ

मंदाकिनीविश्वकी लम्बाई एक लाख प्रकाशवर्षकी है। केशगुच्छके केन्द्रभागमे हमारे विश्व जैसे या उससे बड़े दो चार ताराविश्वोंके अस्तित्व की कल्पना करें तो उनका मंदाकिनी और मेगेलन विश्वकी तरह बहुत नजदीक होनेका माना जा सके। इतना ही नहीं पर उनके बीचमें अंतर्विश्विक वायुसेतु रचे जानेकी कल्पना भी की जा सके। एक अन्य कल्पना उनके परस्पर टकरानेकी भी है। केश विश्वसंघके ताराविश्वोंका सामान्य अंतरिक्षीय वेग प्रति सेकंड २००० किलोमीटर है। ऐसे अति वेगवान विश्वोंका कभी टकरा जाना असंभव नहीं है। पर उनके संघर्षका

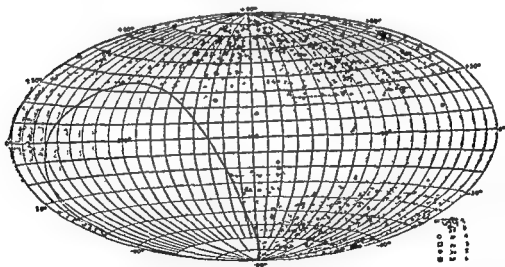
हिसाब लगाने पर मालूम हुआ है कि केश विश्वगुच्छमें ताराविश्वोंकी आपसी टक्करका प्रसंग तीन अरब वर्षोंमें एक बार जितना ही है। वास्तविकता यह होने पर भी ब्रह्मांडमें कही कही

ताराविश्व : चितरण और वेग : ७९

होनेवाले विश्वसर्पण जानेको मिले हैं। विश्व सर्पणमें ताराविश्वोंके तारे टकराते नहीं हैं, वायुओंके कण टकराते हैं बैसा माना गया है। और इस कारण प्रचंड तापमान उत्पन्न होकर शक्तिशाली कणनतरंगें उठती हैं जिन्हें हम रेडियो दूरबीनकी मददसे पकड़ सके हैं।

अंतरिक्षकी गहराई बड़ी गहन है। सूर्य और चन्द्र हमसे नजदीकके अवकाशीय पदार्थ हैं। उनके बिम्बका व्यास आधा अंश है। सूर्य या चन्द्रसे आकाशका जो भाग ढक जाता है वह लगभग $\frac{1}{2}$ वर्गअंश है। खगोल-विश्वममूह इसमें चौगुनी जगह रोवता है और उसमें चार सौ ताराविश्व होनेका जाना गया है। गिनतीके हिसाबसे एक वर्ग अंश जितनी जगहमें सामान्यतया १०० ताराविश्व होते हैं। फोटोग्राफीकी रीतिसे उतनी ही जगहमें ज्यादासे ज्यादा २५०० ताराविश्वोंके होनेका पता चला है। प्रति १०० वर्गअंशमें विश्वममूहोंकी सामान्य संख्या औसतन एकसे दो जितनी भगर ज्यादासे ज्यादा संख्या १५० के करीब है। इसका अर्थ यह हुआ कि अंतरिक्षमें यत्र-तत्र-सर्वत्र ताराविश्व आये हुए हैं। यह होते हुए भी ब्रह्माण्डके विशाल विस्तारके हिमावसे ताराविश्वोंकी संख्या इतनी कम है कि अंतरिक्षका ९९९ प्रतिशत भाग खाली ही है।

अंतरिक्षमें विश्वगुच्छोंके भी गुच्छ आये हुए हैं। इस उच्चोच्च परंपराका संकेत क्या हो सकता है? न्यूटनके गुरुत्वाकर्षणके नियम दूर-दूरके विश्वसमूहोंको एक ही रूपमें लागू नहीं हो सकते हैं। इस कारण विश्वोत्पत्तिके मिथान्त्र उन्हींको स्थानमें रखकर रचे जायें ऐसा नहीं है। विश्वसमूहोंका ब्रह्मांडीय विस्तारण वैसा है वह माथमें दिये गये चित्रमें समझा जा सकेगा।



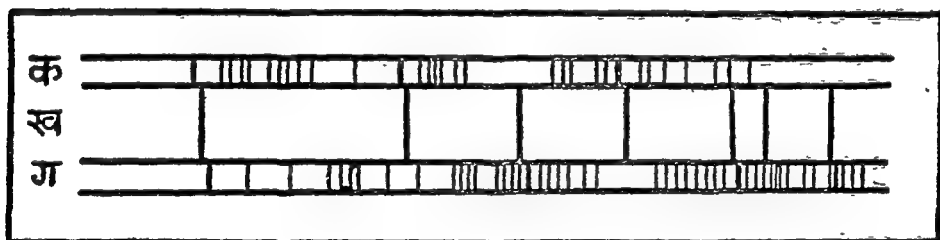
विश्व और अंतरिक्ष

चित्रका प्रत्येक बिन्दु अनेक ताराविश्व सूचित करता है। बिन्दु या बिन्दु जितना बड़ा तारा-विश्व हमसे उतना ही ज्यादा नजदीक है ऐसा समझना चाहिये। चित्रका तारी मध्यभाग ८० . ब्रह्मांड दर्शन

वाला हिस्सा, आकाशगंगाके पाटके पीछेका हमे न दिखाई देनेवाले ब्रह्मांडका विभाग है। वैज्ञानिक इसे परिहार-प्रदेश कहते हैं। चित्रमें वाई तरफ जो अंडाकार आकृति दिखाई देती है, पालोमर वेधशाला द्वारा लिया गया वह आकाशीय विभाग जिसका निरीक्षण नहीं हो सका है।

हमारा यह अनुभव है कि हमारी ओर आनेवाली ट्रेनकी सीटीका तारत्व, उस ट्रेनके हमसे दूर जाते समयके तारत्वसे ज्यादा है। इसी बातको डॉप्लर असरके नामसे पहचाना जाता है। विकिरण पदार्थ हमारे पास आता हो तब उसके द्वारा विकिरित की गई ज्यादा तरंगें हम पकड़ सकते हैं। इससे विपरीत जब वह हमसे दूर जाता है, तब कम पकड़ सकते हैं। प्रकाश वर्ण-पट रचता है यह तो हम जानते ही हैं। प्रकाशीय तरंगें पैदा करनेवाला कोई स्रोत हमारी ओर आता हो तो उसके वर्णपटकी रेखायें स्थिर प्रकाशके वर्णपटकी रेखाओंकी तुलनामें नीले भागकी ओर सरकती हुई मालूम होंगी। इससे उल्टा, हमसे दूर जानेवाले प्रकाशस्रोतकी वर्णरेखाये वर्णपटके लाल भागकी ओर सरकती हुई दिखाई देंगी। वर्णपटकी रेखाओंके उपर्युक्त विचलनोंको हम क्रमसे नील विचलन और रक्त विचलन कहते हैं। वर्णपटकी रेखाओंके विचलनके आधार पर आकाशीय ज्योतियोंके अंतरिक्षीय वेग नापे जा सके हैं। किसी तारेकी वर्णपट रेखाओंकी स्थितिमें १.६७ अँगस्ट्रॉमका फर्क पड़ने पर उस तारेका सापेक्ष वेग एक सेकंडमें १०० किलोमीटर होता कहा जाता है।

तारोंके प्रकाशके वर्णपटकी तरह ताराविश्वोंके प्रकाशके भी वर्णपट बनते हैं। ताराविश्वोंमें तारोंके अलावा वायुवादल भी होते हैं। इस कारण ताराविश्वोंके वर्णपट ग प्रकारके (सूर्य जैसे) तारोंके वर्णपट जैसे दिखाई देते हैं। फर्क सिर्फ इतना ही होता है कि ताराविश्वोंके वर्णपटकी शोषक रेखाये सामान्य वर्णपटकी वैसी रेखाओंकी तुलनामें ज्यादा दूर सरकती हुई



वर्णपट-विचलन

मालूम होती है। निरीक्षकके संदर्भमें ये रेखाये लाल भागकी ओर सरकती रहनेके कारण ताराविश्वोंके वर्णपट रक्त विचलनवाले वर्णपट हैं जो डॉप्लर असरके हिसाबसे ताराविश्वोंके दूर सरकते जानेका द्योतक हैं। ख्यातनाम खगोलशास्त्री हबलने ताराविश्वोंके वेगोंके बारेमें अपनी खोजोंके आधार पर सन् १९२९ में घोषित किया था कि सरकनेवाला ताराविश्व हमसे जितना ज्यादा दूरका हो उतना उसका हमसे अंतरिक्षमें दूर सरकनेका वेग ज्यादा होता है। तारा-विश्वोंके सरक-वेग हर ३० लाख प्रकाशवर्षके अंतरके हिसाबसे प्रति सेकंड ८० किलोमीटर बढ़ता

ताराविश्व : वितरण और वेग : ८१

रहता है। ५० लाख प्रकाशवर्ष दूर अवस्थित ताराविश्व प्रति सेकंड १,२०० किलोमीटरका वेग दर्शाना है जबकि साढ़े ६ करोड़ प्रकाशवर्षकी दूरीवाला ताराविश्व १५,००० किलोमीटरका। वास्तुकि विश्वमूह हमसे ढाई अरब प्रकाशवर्ष दूर है। उसका रक्त विचलन प्रति सेकंड ५३,००० किलोमीटरका दूरगमन ज़ेग दिखलाता है। सबसे ज्यादा दूरगमनका ज्ञातवेग प्रति सेकंड १,२०,००० किलोमीटर (प्रकाशके वेगके हिसाबसे ३ गुना) है। कुछ ताराविश्व इससे भी ज्यादा वेगसे सरकने होनेकी संभावना है। मगर ये ताराविश्व हमसे अत्यंत दूर होनेके कारण उनके रक्त विचलनकी मात्रा स्पेक्ट्रोग्रामके द्वारा स्पष्ट रूपसे नहीं पायी गई है।

विश्व रक्तविचलन दर सेकंड

चिना १,२०० कि मी



सर्पिक १४,४८० कि मी



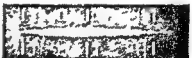
किरीट २१,४०० कि मी



भूलेख ३९,०४० कि मी



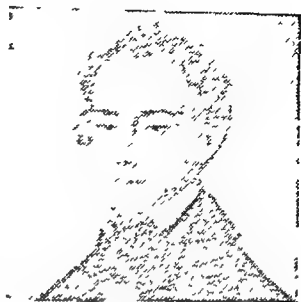
वास्तुकि ५३,००० कि मी



यह रक्त विचलन सच्चा है क्या? लवा फामला तय करके हम तब पहुँचनवाले प्रकार पर अय प्रक्रियाओंका अमर तो नहीं पड़ता होगा न? ताराओंके अनरिखीय वेग प्रति सेकंड कुछ थोड़े किलोमीटरके हों यह तो मनुष्यमें आये जैसी बात है मगर ताराविश्वोंके प्रति सेकंडके हजारों किलोमीटरके वेग बल्यनामे परेकी बात है। खगोलशास्त्री यहाँ कोई गलती तो नहीं कर रहे हैं न?

खगोलशास्त्रियोंने डॉप्लर सिद्धान्तका प्रयोगनालामें पूरी छानबीन करके परखा है। उने सूर्य मंडल एव युग्म तारोंमें सदस्योंके सदस्योंमें भी कम करके देखा है और वहाँ उसका पूर्ण रूपसे कामयाब होना प्रमाणित हुआ है। ताराविश्वोंके बारेमें खगोलशास्त्रियोंका मनन्य है कि तारा-
८२ ग्रहाड दर्शन

विश्वोंके अति दूरके या विराट अंतरोंके कारण वे सब डॉप्लर सिद्धान्तके अनुसारका रक्त विचलन दिखलाते हैं। रक्त विचलनका और कोई कारण वे नहीं ढूँढ़ पाये हैं। कइयोंन सुझाया है कि प्रकाशकी थकान रक्त विचलनका कारण हो सकती है मगर इस तरहका कोई प्रभाव आज तक नहीं खोजा गया है। और तो और यह असर किस प्रकारका होगा इसकी कल्पना भी नहीं की जा सकी है। इतना ही नहीं यह असर सभी ताराविश्वोंके लिये एक-सा होनेका सभव है क्या? तात्पर्य यह कि रक्त विचलन-संस्कार खोजना मुश्किल होनके कारण खगोल शास्त्री रक्त विचलनको ही डॉप्लर असर समझकर हवलके नियमोंको मान्य समझकर चलते हैं; मगर हाँ, जो वेग अवधारोपित होते हैं उन्हें जरूर ध्यानमें लिया जाता है। उदाहरणार्थ हमारे सूर्य मंडलका या मंदाकिनी विश्वका वेग रक्त विचलनमे सम्मिलित हो जाता हो तो उसे कम किया जाता है। इसी तरह युग्म-ताराविश्वोंके सापेक्ष वेगोंको ध्यानमें लिया जाता है। विश्व-समूहके व्यक्तिगत ताराविश्वोंके वेग उनके समूहके दूरगमनके वेगमे जोड़े जाते हैं या कम किये जाते हैं।



डॉप्लर

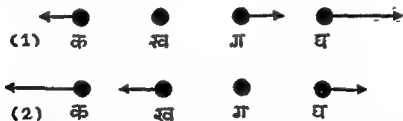
इस सारी बातका निष्कर्ष यह है कि अधिकांश खगोलशास्त्री यह मानते हैं कि रक्त विचलन पर आधारित ताराविश्वोंके दूरगमनके वेग उनके अंतरके हिसाबसे प्राप्त होते हैं। वेग इकाई-समयमे काटा गया अंतर है और इस हिसाबसे हमसे बहुत दूर अवस्थित आजके तारा-विश्व, आजकी अपेक्षा भूतकालमें हमसे ज्यादा नजदीक होनेका हम सोच सकते हैं। करोड़ों वर्ष पहले वे अत्यंत नजदीक होने चाहिएं: और एक जमाना ऐसा भी होगा कि जब उनकी एक-दूसरेके साथ विलकुल सटे होनेकी या एक ही जगह अवस्थित होनेकी कल्पना की जा सके। १० करोड़ प्रकाशवर्ष दूरके ताराविश्वका पलायन-वेग प्रति सेकंड २,२५० किलोमीटर है। यह वेग प्रतिवर्ष ०.००८ प्रकाशवर्षका है। उपर्युक्त ताराविश्वकी हमसे १० करोड़ प्रकाशवर्ष दूर सरकनेमे १० करोड़ $\div ०.००८ = १२.५$ अरब वर्ष लगे होंगे। मतलब कि करीब १३ अरब वर्ष पहले उपर्युक्त ताराविश्व और मंदाकिनी विश्व इकट्ठा होंगे। यों किसी तारा विश्वके दूर-गमनका वेग उपर्युक्त ताराविश्वके वेगसे दूना होने पर भी उनका एक साथ रहनेका समय १३ अरब वर्षका ही होगा। दूसरे शब्दोंमें कहे तो ऐसा कहा जाय कि हमसे दूर अंतरिक्षमें सरकते जानेवाले विश्व आजसे १३ अरब वर्ष पहले एक जगह इकट्ठे थे और बादमे किसी अज्ञात या अकल कारणसे वे एक दूसरेसे दूर सरकने लगे हैं। और जिन ताराविश्वोंका सरक-वेग ज्यादा था वे अन्य ताराविश्वोंकी अपेक्षा हमसे ज्यादा दूरके अवकाशमे सरक गये हैं।

ऊपरकी बातके संदर्भमे ताराविश्वोंकी आजकी सही स्थितिकी और साथ साथ ब्रह्मांड-केन्द्रकी स्पष्टता कर लेना ठीक होगा।

‘कोई एक ताराविश्व १ अरब प्रकाशवर्ष दूर है।’ कहनेका अर्थ यह है कि उस तारा-विश्वके प्रकाशको हम तक पहुँचनेमें १ अरब वर्ष बीत जाते हैं। यानी आकाशमें उस ताराविश्वको जिस स्थितिमें हम देखते हैं वह उसकी आजकी सही स्थिति नहीं है। वह उसके अरब वर्ष पहलेकी स्थिति है। ताराविश्वने प्रकाशको हम तक पहुँचनेमें जो अरब वर्ष लगे इस बीच वह ताराविश्व खुद भी अंतरिक्षमें थोड़ा दूर और सरक गया है। इस हिमावसे उसका सही अंतर एक अरब प्रकाशवर्षसे भी ज्यादा है। १ अरब प्रकाशवर्ष दूरके ताराविश्वका दूरगमनका वेग प्रति सेकंड २२,५०० किलोमीटर या प्रतिवर्ष ०.०८ प्रकाशवर्ष है। ताराविश्वका आजका अंतर खोजने समय इस वेगके कारण जो स्थलांतर हुआ हो उसे भी ध्यानमें लेना चाहिये। १ अरब वर्षमें उपर्युक्त ताराविश्व ८ करोड़ प्रकाशवर्ष दूर सरका होगा और इन तरह उसका आजका सही अंतर १.०८ अरब प्रकाशवर्ष होगा। इसका अर्थ यह हुआ कि रक्त विचलन द्वारा प्राप्त होनेवाले अंतरमें थोड़ा फर्क पड़ेगा ही। वैज्ञानिक मानते हैं कि २ अरब प्रकाशवर्ष दूरके ताराविश्वों या विश्वसमूहोंके लिये ऐसा अंतर-संस्कार खास तकरीफ पैदा करनेवाला न होगा। और जो ‘वेग अंतरके’ प्रमाणमें गति करता है ‘वाला हबलका सूत्र काम देगा। इससे ज्यादा दूरके ताराविश्वोंके लिये उस सूत्रको शुद्ध करना होगा।

अब ब्रह्मांड-केन्द्रकी बात करेंगे।

ताराविश्व हमसे दूर सरकते जाते हैं—इस सदर्भमें, हमारे विश्वकी ब्रह्मांडके केन्द्रस्थान में अवस्थित होनेकी कोई कल्पना बरे तो वह अनुमान वास्तविक न कहा जायगा। हमारे तारा-विश्वको या अन्य किसी ताराविश्वको ऐसी प्रतिष्ठा मिलना सम्भव नहीं है। नीचेकी आकृतियों यह बात स्पष्ट समझी जा सकेगी।



अनुमान कीजिये कि क, ख, ग और घ सीधी रेखा पर आये हुए चार ताराविश्व हैं और कख=खग=मध्य अंतर दस करोड़ प्रकाशवर्षका है। अब मान लीजिये कि हम ख तारा-विश्व पर हैं। १० करोड़ प्रकाशवर्ष दूरके ताराविश्वका दूरगमन वेग प्रति सेकंड २२५० किलोमीटर है। इस हिमावसे क ताराविश्व और ग ताराविश्वका दूरगमन-वेग प्रति सेकंड २२५० किलोमीटर होगा जब कि घ ताराविश्वका ४५०० किलोमीटर।

अब कल्पना कीजिये कि ग ताराविश्व पर कोई निरीक्षक बैठा हुआ है। उसे क्या दिखाई देगा? उसे ख और घ ताराविश्वोंका वेग प्रति सेकंड २२५० किलोमीटर मालूम होगा

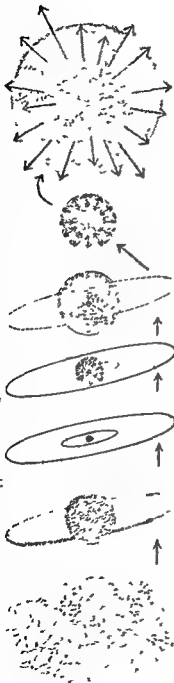
८४ ब्रह्मांड दर्शन

जबकि क ताराविश्वका ४५०० किलोमीटर। इसका अर्थ यह हुआ कि निरीक्षक अपने इर्दगिर्द के विश्वोंके दूरगमन-वेग उनके अंतरके प्रमाणमे ही देखेगा। यह तथ्य प्रत्येक विश्वको लागू होता है और इस प्रकार प्रत्येक विश्वका ब्रह्मांडके केन्द्रमे होनेका भास वास्तवमे हकीकत नहीं है। किसी भी विश्वकी ऐसी खास अवस्थिति नहीं है।

उपर्युक्त बातका सीधासादा एक अर्थ यह भी किया जा सकता है कि ब्रह्मांडका कोई भी विश्व उसके किसी छोरका विश्व नहीं है।

तो क्या ब्रह्मांड अनंत है?

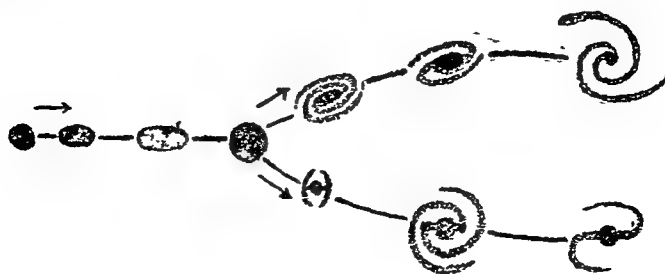
ब्रह्मांडके अनंत या सान्त होनेकी चर्चा वादके अध्यायों पर छोड़कर ताराविश्वके वितरण और वेगकी कथाको यहाँ समाप्त करना उचित होगा।



१२ ताराविश्वोकी उत्क्रान्ति

ताराविश्वोमें तारे कैसे जन्म लेते हैं और जन्म लेने के बाद उनकी उत्क्रान्ति कैसे होती है इस संबंधमें हमने बात कर ली है। ताराविश्वकी जन्म और उत्क्रान्तिके विषयमें निश्चित रूपमें कुछ भी कहा नहीं जा सकता। अंतरिक्षमें आये हुए सभी तारा-विश्व एक-ने आकार-प्रकारके नहीं हैं। ताराविश्वोंके स्वरूपोंका प्रथम अध्ययन करनेवाले प्रसिद्ध खगोलशास्त्री हबलने ताराविश्वोंको तीन प्रमुख वर्गों—अंडाकार, गोल और अल्प—में विभाजित करनेके अलावा अंडाकार और गोल ताराविश्वोंके विशिष्ट रूपोंको समझानेके लिये द्विसाल आकृतिकी योजना की थी। इस आकृतिमें या उसके स्पष्टीकरणमें ऐसा कोई इशारा न था कि वह आकृति ताराविश्वका किसी प्रकारका उत्क्रान्ति क्रम दिखानी हो। बादमें इस आकृतिकी ताराविश्वोकी उत्क्रान्तिमूख्य माना गया और इससे स. होवर स. (Eo→So→Sc) तककी उत्क्रान्तिक्रम कल्पित किया गया। ताराकी उत्क्रान्तिकी अध्ययन करनेवाले खगोलशास्त्रियोंने बादमें बताया कि ताराविश्वोका उत्क्रान्तिक्रम अंडाकारमें गोल या अल्प है, ऐसा मानना ठीक नहीं है। अपनी घुरी पर घूमनेवाले ताराविश्वोंमें भुजायें फूटें ऐसी उत्क्रान्तिकी कल्पना बिल्कुल उपयुक्त न होनेका सिद्ध करनेमें ताराविश्वोकी द्रव्य-संपत्तिने सबसे पहले मदद की। दूरगोचरों द्वारा मापूम हुआ कि गोल विश्वोंका वायुप्रमाण अंडाकार विश्वोंके वायुप्रमाणसे ज्यादा है मगर अल्प तारा-विश्वोंमें वह सबसे ज्यादा है। अंडाकार विश्वोंमें अल्प ताराविश्व बनेंगे ही कैसे? अंडाकार विश्वोंकी द्रव्यसंपत्ति (बड़े हिस्सेके तारे और अन्य मात्रामें वायु) गोल या अल्प ताराविश्वोकी द्रव्यसंपत्तिसे बहुत ज्यादा होनेका पता चला है। इसलिये प्रश्न

उठता है कि अंडाकार विश्वोंमेंसे अत्यंत कम द्रव्यवाले सर्पिल या अरूप ताराविश्व बन कैसे ? हाँ, उलटी प्रक्रिया संभवित मानी जा सकती है। ज्यादासे ज्यादा द्रव्य प्राप्त कर अरूप या सर्पिल ताराविश्व अंडाकार बन सकता है मगर तब प्रश्न उठता है कि चिपटा ताराविश्व अंडाकार बनानेगा कैसे ? और अंडाकार विश्व उसकी आखिरी स्थितिमें गोलाकार होगा कैसे ? इन सब प्रश्नोंको हल करनेके लिये जो प्रयत्न किये गये उन्होंने ताराविश्वोंकी उत्क्रान्तिके प्रश्नको समझनेमें बहुत मदद पहुँचाई है।



अंडाकारसे सर्पिल

ताराविश्वोंके बारेमें हमारा ज्ञान अभी अधूरा है। इसके मूलमें अनेक वाते कारणभूत ह। प्रथम तो हम ताराविश्वोंके निश्चित अंतरोको नहीं जानते हैं। दूसरी बात है दूर अंतरिक्षमें दिखाई देनेवाले ताराविश्वोंका अर्थघटन एकसा नहीं होता। दूर अंतरिक्षमें प्रवर्तमान भौतिक नियमों की पूरी जानकारी नहीं है, यह तीसरी बात है जबकि चौथी बात यह है कि ताराविश्व कैसे उत्पन्न हुए हैं, इस बारेमें निश्चित जानकारी हमारे पास नहीं है।

धूमवड़ाकावाद (Hypothesis) मानता है कि सारे विश्व एक साथ उत्पन्न हुए हैं। स्थिरस्थितिवाद पुराने ताराविश्वोंके खतम होते रहनेके साथ-साथ नये विश्व उत्पन्न होते रहनेकी बात मानता है। इन वादोंके बारेमें जरूरी चर्चा-हम बादमें करेंगे। मगर एक बातके बारेमें ये दोनों मत सहमत हैं कि सारे विश्व हाइड्रोजन वायुसे उत्पन्न हुए हैं। दोनों वादोंके पक्षकर्ताओंने हाइड्रोजनको अंतरिक्षमें विस्तारित हुआ माना है। अंतरिक्षीय हाइड्रोजनमें गठि जमें यह उसकी प्रकृति समझी जाती है। थोड़ा-सा स्पंदित होने पर वायुका स्पंदित हिस्सा ठोस बनने लगेगा और गुरुत्वाकर्षण शक्तिसे गाढ़ा बनता जाता वह हिस्सा बादमें बहुत ही बड़ा बनकर अंतमें ताराविश्वका रूप धारण करेगा ऐसी कल्पना की जा सकती है। यह होगा हमारा आदि ताराविश्व। आदि ताराविश्वकी वायुमें छोटे-बड़े स्पंदन होते रहनेसे उनमेंसे ताराओंकी उत्पत्ति होगी। ये प्रथम पीढ़ीके तारे होंगे। ये सारे तारे अत्यंत गरम नीले तारे होंगे। भारी किरणोत्सर्गी इन तारोंके कारण विश्वकी वायु चमकीली दिखाई देगी और इस तरह शायद अरूप ताराविश्व जन्म ले रहा हो ऐसी कल्पना की जाय। ऐसे ताराविश्वोंको युवा तारा-विश्व कहा जा सकता है। तारेकी इस युवावस्थाके पहलेकी वायु अवस्था, वयप्राप्त ताराविश्वोंके बराबर होनेकी पूरी संभावना है।

ताराविश्वोंमें उत्पन्न होनेवाले प्रथम पीढ़ीमें तारे बहुत कम समयमें (ताराविश्वोंकी उम्रके हिसाबसे) उत्कालिनी मोड़ियाँ पार करके श्वेत वामन तारे बन जाते हैं। मगर ऐसा होने समय उन तारोंके द्वारा नष्ट किया गया द्रव्यमभार भारी मूलतत्त्वोंको जन्म देकर प्रथम दूसरी और तीसरी पीढ़ीके तारोंको जन्म देनेमें महायुक्त बनता है। तारोंके साथ धूल भी उत्पन्न होती है और इस प्रकार ताराविश्वोंके वामुके ठंडे बनने पर सकोचन प्रक्रिया शुरू होती जाती है। सकोचनके साथ साथ अन्तर्ग्रमण भी शुरू हो जाता है। अब अल्प निहारिकायें घुरीग्रमण करनेके साथ साथ आकार धारण करना भी शुरू कर देती हैं। सकोचन और तारानिर्माणका साथ इस बीच चलता ही रहता है। बड़े तारोंके साथ-साथ छोटे तारे (वजनदार मूलतत्त्वोंवाले) भी बनते जाते हैं। ये छोटे तारे दीर्घजीवी होते हैं। बड़े तारे जल्द हीने पर श्वेत वामन ताराका रूप धारण करते हैं।

दीर्घजीवी तारोंवाले ताराविश्वोंको वयप्राप्त या वृद्ध ताराविश्व कह सकते हैं। शिशु ताराविश्वोंकी तुलनामें ये ताराविश्व लाल रंगके नजर आते हैं। शिशु ताराविश्वोंमें नीले तारोंका प्राचय होनेमें वे नीले रंगके



एन जे सी २४४४

नहीं आता है।

सभी सफ़िल ताराविश्व एक मरीचे द्रव्यमानवाले हैं ऐसा भी नहीं है। मदाकिनी विश्वके नजदीकमें आय हुए मेगेलन विश्व बड़े विश्व नहीं हैं। उन्हें उपविश्व कहा जाय ऐसी बात भी नहीं है। वे स्वतंत्र विश्व हैं। हमारे नजदीकके बाकीके विश्व छोटे और घुंघले हैं और

उनमेंसे कई एक तो बहुत छोटे हैं। केवल तारोंसे बने गोलाकार ताराविश्वोंका १०० प्रकाशवर्षके व्यासवाले एवं हमारे विश्वके गोलाकार तारकगुच्छोंसे भी कम द्रव्यसंपत्तिवाले होनेका पता चला है। ये ताराविश्व हमसे २ लाख प्रकाशवर्ष दूर स्थित हैं। इन ताराविश्वोंको उपतारा-विश्व माना जाय कि स्वतंत्र ताराविश्व? खगोलशास्त्रियोंका अनुमान है कि ऐसे अनेक वामन ताराविश्व अंतरिक्षमें स्थित हैं। ये सब कैसे बने होंगे? अरूपमेंसे वे सीधे बने होंगे या अरूपमेंसे सर्पिल बननेके बाद उनका निर्माण हुआ होगा? इन वामन ताराविश्वोंका विस्तृत अव्ययन अभी नहीं हुआ है। इसीलिए उनकी उम्रका प्रश्न भी उनकी उत्क्रान्तिके प्रश्नके समान अभी हल होना बाकी है।

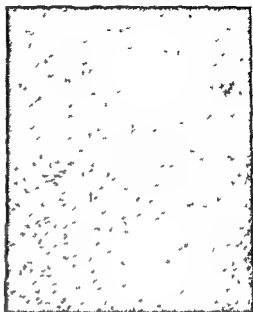
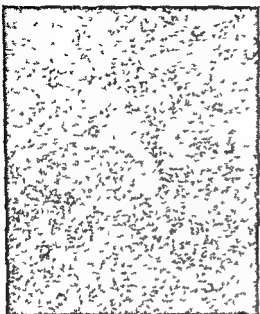
ऊपरकी बात यह सूचित करती है कि सर्पिल ताराविश्वोंके आसपास स्थित ताराविश्वोंका विस्तृत अव्ययन किया जाना बहुत जरूरी है। उसी तरह अंडाकार ताराविश्वोंके इर्दगिर्द कौनसे ताराविश्वोंका बाहुल्य है और वह किन कारणोंसे है यह खोजना भी जरूरी है। आज तकका निरीक्षण-साक्ष्य सूचित करता है कि अंडाकारके इर्दगिर्द सर्पिल ताराविश्वोंको खास देखनेमें नहीं आया है। इससे उलटा सर्पिल ताराविश्वोंके नजदीकमें गिगु ताराविश्व देखनेको मिले हैं। मे ८२ अरूप ताराविश्व है इस कारण उसे गिगु ताराविश्व समझ कर चलें तो एक नया ही प्रश्न पैदा होता है। उम्रकी दृष्टिसे मे ८१ ताराविश्व और मे ८२ ताराविश्वोंका समान होना प्रमाणित हुआ है। मे ८१ सर्पिल ताराविश्व है और सर्पिल ताराविश्वोंकी दृष्टिसे वह ज्यादा उम्रवाला ताराविश्व है। अब प्रश्न यह उठता है कि मे ८२ को सर्पिल होनेसे रोका किसने? विलकुल पासपासके होते हुए भी इन ताराविश्वोंकी उत्क्रान्ति विलकुल भिन्न प्रकारकी क्यों मालूम होती है?

पृ० ८८ परका चित्र अंडाकार ताराविश्व (एन जी सी २४४४) की बगलमें जन्म लेते हुए एक गिगु ताराविश्वको दर्शित करता है। अंडाकार विश्वकी बाईं ओर दिखाई देनेवाले चमकीले धब्बे जन्म लेनेवाली नई तारासृष्टिके गरम नीले ताराओंके द्वारा प्रकाशित बने हुए वायुओंके जत्थे हैं। पृ० ९० पर दिये हुए एन जी सी ४६७६ के चित्रमें दो ताराविश्व युग्म ताराविश्व बनाते हुए दिखाई देते हैं। उनमेंके एक ताराविश्वके बहुत लंबी शिखा है। इनके वर्णपटसे मालूम हुआ है कि ये दोनों ताराविश्व भारी वेगसे अक्षभ्रमण करते रहते हैं और इसपर तुरा यह कि सर्पिल ताराविश्वकी यह शिखाभुजा सीधी रेखाका रूप दिखा रही है। इस सारी बातका अर्थ क्या हो सकता है? युग्म ताराविश्वमेंके उक्त शिखायुक्त ताराविश्वको गिगु ताराविश्व माना जा सकता है क्या? पर तब चोटी निकाले अन्य ताराविश्वोंके बारेमें क्या समझना होगा? क्या वे भी गिगु ताराविश्व होंगे?

लेकिन अब एन जी सी ६६२१-२२ के बारेमें क्या कल्पित किया जाय? उसका आकार हमारी पद्धतिके साथ मेल नहीं खाता है। यहाँ दो ताराविश्व वायुसेतुके द्वारा जुड़े हुए हैं। मगर उनका यह आकार स्थायी नहीं है। ताराविश्वोंके अक्षभ्रमणके कारण वह पलट जायगा और यों इन ताराविश्वोंकी भी गिगु ताराविश्व होनेकी कल्पना की जा सकेगी। इस तरह उत्क्रान्तिका हमारा प्रश्न हल होनेके बजाय उलटा जटिल बनता चलता है।

ताराविश्वोंकी उत्क्रान्ति : ८९

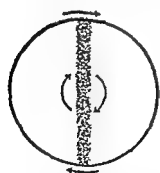
आजकल हम प्रदक्ती प्रिकुत नये दृष्टिकोणसे देखता मयन हो सका है। हमने अनुमार सपित ताराविश्व बाहुनाला नाराविश्व माकूम होना है। अलभ्रमण करता हुआ सपिल तारा-



एन जी सी ६६२१ और ६६२२

विश्वरा नाभिभाग 'उमके' निरेके भागसे ज्यादा वेगसे घूमता है। हम नाभि भागसे, बादमें भुजायें फूटनी हैं। इन भुजाओंसे घूमनेका वेग नाभिके भागसे मजदीक ज्यादा होता है जस-कि निरेकी ओर कम। और यह भी स्वाभाविक है कि बाहुओंसे निरे घमीटते हुए चलेंगे।

एन जी सी ४६७६

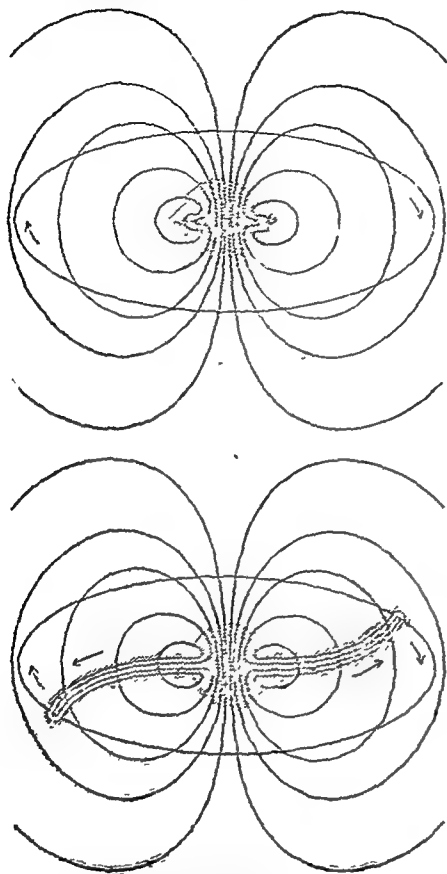


भ्रमणका मसर

अक्षभ्रमण करता हुआ ताराविश्व धीरे-धीरे S रूपमें परिवर्तित होगा और करीब दो या तीन पूरी घुरीपरिणामसे बाद ताराविश्वकी नाभिमेंसे आगेसे सामने फूटी हुई दो बाहुओं

९० - बहाराह दर्शन

ताराविश्वके इर्दगिर्द वलय बना देंगी। हमारा मंदाकिनी विश्व बाहुओंवाला सर्पिल ताराविश्व है। अपने अस्तित्वके दरमियान उसने करीब पचास अक्षभ्रमण पूरे किये हैं। इस समयके भीतर उसकी



भुजाओंको वलयरूप धारण कर लेना चाहिये था। पर ऐसा नहीं बन पाया है। इसका अर्थ यह किया जाय कि उन बाहुओंको वलयमें परिवर्तित होनेसे रोकनेवाली कोई शक्ति है। यह शक्ति है चुंबकीय क्षेत्रकी। मे ८२ तारा-विश्वको S ताराविश्व बननेसे रोकनेवाली जो शक्ति है वह भी यही चुंबकीय शक्ति है। प्रबल चुंबकीय शक्ति तारों और ताराविश्वोंको आकार लेनेसे रोकती है और एकत्रित होनेवाली वायुको ठंडा बना देती है। इतना ही नहीं उसे घन पदार्थके गुणवर्म दिखानेवाला पदार्थ बना देती है। इसके अलावा गुल्फाकर्षण शक्तिको सामना करके तारों या ताराविश्वका अमुक आकार कायम रखनेमें भी वह कारणभूत बनती है। निर्वल चुंबकीय क्षेत्र भी भारी कार्य करता है। आयनित हाइड्रोजन-परमाणुओंको वह फँसाता है और उन्हें चुंबकीय क्षेत्रकी अमुक रेखाओं पर गति करनेको बाध्य करता है। इस प्रकार एक तरहका चुंबकीय जाल बनता है, जिसकी पकड़से आयनित हाइड्रोजन-परमाणुओंके अलावा आयनित न बने हुए हाइड्रोजन-परमाणु भी नहीं छटक पाते हैं।

ताराविश्व और चुंबकीय बलरेखाएँ

हम जानते हैं कि सर्पिल ताराविश्वोंकी भुजाओंमें नये तारे जन्म पाते रहते हैं। ये तारे नीले गरम विराट तारे हैं जो अपना द्रव्यसंचय करोड़ों वर्षोंके भीतर उड़ाकर बादमें श्वेत वामन तारे बन जाते हैं। विश्वबाहुओंका नष्ट होनेवाला द्रव्य अंतरिक्षमें बिखर जाता है और यों विश्वबाहुओंकी द्रव्यसंपत्ति धीरे-धीरे कम होती जाती है। मगर दूसरी ओरसे उसकी भरपाईका भी पता चला है। ताराविश्वके केन्द्रमें से बहता हुआ वायुप्रवाह इस क्षतिको पूर्ण करता है। मंदाकिनी विश्वके केन्द्रसे बाहर बहनेवाला द्रव्य प्रतिवर्ष एक सूर्यकी रचना कर सके इतना होता है। बहनेवाला यह द्रव्य विश्वबाहुओंमें पहुँचता रहता है। इस द्रव्यको ताराविश्वके दूरके हिस्सोंमें पहुँचानेवाली चुंबकीय बलरेखाएँ होती हैं।

सर्पिल ताराविश्वकी बाहु कैसे फूटती है उसकी एक कल्पना (आकृतिके रूपमें) पृष्ठ ९० पर दिये गये दूसरे चित्रमें दिखलाई गई है।

ताराविश्वना चुम्बकीय क्षेत्र दुष्कर्म कैसा होगा यह दूररी आकृतिमें बताया गया है। नाभिभागके आयनित वायुवर्ण चुम्बकीय रेखाओं पर गणितीय होंगे। ताराविश्व अक्षभ्रमण करता रहता है इस कारण ताराविश्वमें थोड़ी वायु नाभिमें से बाहर फेंकी जायगी। इस तरह बाहर निकलनेवाली वायुका जत्था अपने साथ चुम्बकीय क्षेत्रको भी खींचता चलेगा। फलस्वरूप यह वायु उसी क्षेत्रकी चुम्बकीय रेखाओं पर गति करती रहेगी और या ताराविश्वमें वाहुओंका आविर्भाव होगा। यह सारी बात पहली आकृतिमें प्रस्तुत की गयी है। इन वाहुओंको वलयमें परिवर्तित होनेसे रोक्नेकी गति भी प्राप्त होनी चाहिये। यह गति प्रदान करनेका काम वायु-वेगके जत्थोको नाभिमें प्राप्त वेगका सघटक और चुम्बकीय क्षेत्र करते हैं।

से ८१ और से ८२ ताराविश्वोंके आधार पर ऐसा भी कहनेको जी ललचाता है कि हम-उभ्र ताराविश्व एक नमूना रीतिमें बृद्धत्व प्राप्ति नहीं करते हैं। उनके बृद्धत्वप्राप्तिके दरका

भी एक-सा होना मालूम नहीं हुआ है। इस गतिके मूलमें ताराविश्वके द्रव्यमचयका कारणभूत होना माना जा सकता है। बड़ी भारी द्रव्यसर्पितवाले ताराविश्व बड़ाकार ताराविश्व बन जायें ऐसा भी माना जा सकेगा पर कम द्रव्यमपत्तिवाले तारा-विश्वोंके सदर्भमें उन समयों से वायु कम हो जानेकी उत्क्रान्तिको समझना आसान नहीं है। ऐसा भी क्यों न हुआ हो कि भिन्न भिन्न तारा-विश्वोंकी उत्क्रान्ति भी भिन्न-भिन्न प्रकारकी हो, इतना ही नहीं एक-से ताराविश्वोंकी उत्क्रान्तिके दर भी भिन्न हों।

ताराविश्वोंको एक से हैं ऐसा कहना भी मुश्किल है।

विभिन्न ताराविश्व

विभिन्न आकार-प्रकारवाले ताराविश्वोंके बारेमें जो जानकारी प्राप्त हुई है उनके आधार पर हमारे विश्वोंकी सिर्फ तीन प्रकारोंमें विभाजित किया जाना संभव नहीं है।

ताराविश्वोंकी उत्क्रान्तिमें द्रव्यमचयके अलावा उनके कोणीय वेगमान भी महत्वका स्थान रखते हैं। अड़ाकार या गोलाकार ताराविश्व सर्पिल ताराविश्वकी अपेक्षा तीस गुना या उससे

ज्यादा द्रव्यसंचयवाला ताराविश्व है। सपिल ताराविश्वमे उत्क्रान्ति पानेके लिये ऐसे बड़े ताराविश्वको अपने द्रव्यका बड़ा हिस्सा फेंक देना चाहिये। यह द्रव्य दो तरीकोंसे छोड़ा जा सकता है। (१) नये ताराविश्वोंको जन्म देकर या (२) शक्तिके रूपमें उसका परिवर्तन करके। निरीक्षणोंसे मालूम हुआ है कि अंडाकार या गोलकार ताराविश्वोंके नजदीकमे नये ताराविश्व नहीं हैं। इससे उलटा सपिल ताराविश्वोंके इर्दगिर्द छोटे ताराविश्व होनेका निश्चितरूपसे जाना जा सका है। रही अब शक्तिके बहावकी बात। विशाल ताराविश्वका द्रव्यशक्तिमें रूपांतर हो जाय और वह भी आकाशीय पैमाने पर या विराट मात्रामे हो ऐसा मानना अत्यंत मुश्किल है। कोणीय वेगमानकी बात भी ऐसी ही है। वैश्विक मात्रामे उसे बढ़ाना घटाना संभव नहीं है सिवाय इसके कि बाहरकी कोई शक्ति काम आये। इन बातोंकी अनुपस्थितिमे अंडाकार ताराविश्व सपिल ताराविश्वमे जायद ही पलट सकेगा।

इन सारी बातोंसे ऐसे अनुमान पर आया जा सकता है कि भिन्न-भिन्न प्रकारके तारा-विश्व भिन्न-भिन्न वर्गोंकी रचना करते हैं जिनका आपसमें उत्क्रान्ति-विषयक कोई संबंध नहीं है। मतलब यह है कि प्रत्येक वर्ग अपने-आप अलग है और एक वर्गकी उत्क्रान्तिका दूसरे वर्गकी उत्क्रान्तिके साथ कोई संबंध नहीं है।

ताराविश्वोंके अलग वर्ग उत्पन्न हो जानेकी क्रिया मात्र अनुमान ही है। पर यह अनुमान कौन-सी कल्पना पर आधारित है यह बात भी समझनी चाहिये। ताराविश्वोंकी रचनेके लिये अंतरिक्षमे फैली हुई हाइड्रोजन वायु काम आती है यह तो हम देख ही आये हैं। वायुमें कंपन पैदा होनेसे गाँठें उत्पन्न होकर ताराविश्व बनते हैं जो धीरे-धीरे संकुचित होकर अपनी अक्षभ्रमण गति बढ़ाते रहते हैं। मगर सारे ताराविश्व एक-सी रीतिसे संकुचित नहीं होते हैं। इस कारण कुछकी अक्षभ्रमण गति कम रही तो कुछकी अधिक। जिन विश्वोंका भ्रमण-वेग ज्यादा था वे निश्चित हदसे ज्यादा द्रव्यको अपनेमें न समा पाये: और यों उन्हें अपना अतिरिक्त द्रव्य छोड़ देना पड़ा। इससे उलटा धीरे-धीरे घूमनेवाले ताराविश्व बड़े हो गये। सपिल ताराविश्वोंका अक्षभ्रमणवेग बहुत ज्यादा है। मगर उनका द्रव्यसंचय अंडाकार तारा-विश्वोंके द्रव्यसंचयके हिसाबसे बहुत कमजोर है। इस प्रकार यह कल्पना उनके अनुकूल मालूम होती दिखाई पड़ती है।

अब सवाल यह होगा कि अति वेगसे घूमनेवाले सपिल ताराविश्वोंका द्रव्य आज भी बाहर फेंका जाना चाहिये न? ! वह द्रव्य कहाँ गिरता होगा? उसमेंसे आजकी स्थितिमें नये ताराविश्वोंका आकार लेना (वामन ताराविश्व ही न?) संभव है क्या?

ताराविश्वोंके उत्पन्न होनेकी बात निरीक्षणोंके लिये नई संभावनाको जन्म देती है। इस बारेमे यथार्थ रूपमे जब जानकारी प्राप्त हो तब सही। हालके हिसाबसे अन्य निरीक्षण जता रहे हैं कि सपिल ताराविश्वोंके केन्द्रोंमे से उत्पन्न होकर बाहुओंकी ओर बहनेवाला वायुप्रवाह देखनेमें आता है। यह वायु ताराविश्वोंके नाभिभागमे कैसे उत्पन्न होती है उसकी प्रक्रिया अभीतक समझनेमें नहीं आयी है। आर्प नामके खगोलशास्त्रीने इसे समझानेके लिए एक कल्पना पेग की है। उसका कहना है कि ताराविश्वोंकी वायुओंमेंसे बाहर फेंका जानेवाला द्रव्य अंतरिक्ष

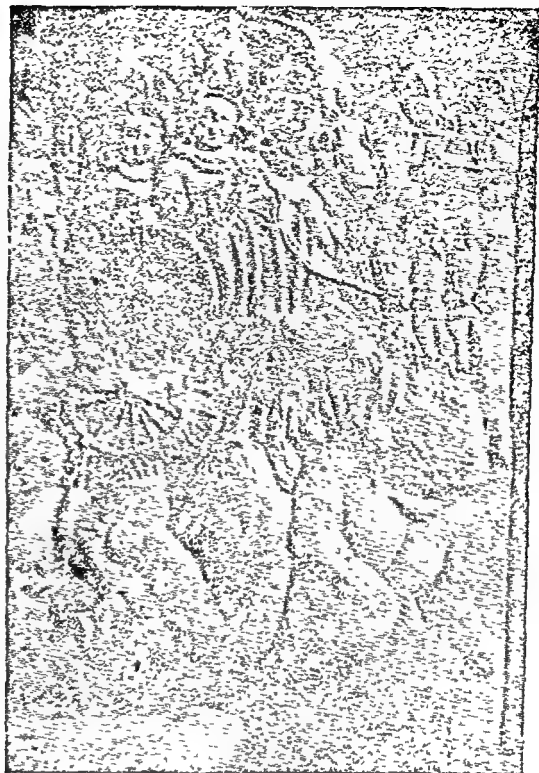
में तिनग-विनर हो जानेके बजाय चुबकीय यंत्रों के कारण एक ध्रुवमें दूसरे ध्रुवकी ओर विचता रहता है। इस तरह छारका द्रव्य केन्द्रकी ओर और केन्द्रका द्रव्य छोरकी ओर बहता हुआ मालूम होता है। आप मानना है कि द्रव्यका यह हरफेर चुबकीय क्षेत्रके कारण होता है।

मगर यह सब मिट करनेके लिए अवलोकनोंके समूहोंकी जरूरत रहती है। सामान्यतया ताराविश्वोंका जाडोमें या समूहमें होना समझा गया है। जो ताराविश्व-समूह बहुत गाढे हैं उन सबमें बट्टा अडाकार और कुछेक सपिठबबके ताराविश्व अवस्थित होनेका मालूम हुआ है। ताराविश्वसमूह जितना कम गाढा उनना उसमें सपिठ ताराविश्वोंको विशेष बढ़ने जानेका देखनेको मिला है। और वैश्विक हिमागमे, सामान्य घनतावाले विश्वसमूहोंमें केवल सपिठ प्रकारके ही ताराविश्व देखनेको मिलते हैं।

ताराविश्वोंके जन्म और उन्नतिके प्रश्नोंके हल हो जानेपर कई ताग विश्व रेडियो-तारा-विश्व क्यों हैं वगैरह समझनेमें सरलता होनेकी सम्भावना है। रूसी खगोलशास्त्री इवगोवस्की मानता है कि अडाकार विश्वोंमें द्रव्य बढ़ता जाता है और इस कारण वे रेडियो-विश्व बने हैं। अगर यह अनुमान सत्य ठहरे तो विश्वोंमें होनेवाली द्रव्य-वृद्धि कहानि आती है उसकी खोज करनी चाहिये। और उमने साथ-साथ ताराविश्वोंका कोणीय वेगमान बढ़ता है या नहीं यह भी खोजना चाहिये। अकेली वृद्धि ही होती रहे मगर कोणीय वेगमान बढ़े नहीं ऐसी परिस्थिति भी मौजूद है या नहीं यह भी देखना चाहिये। कोणीय वेगमानके बढ़े बिना द्रव्य बढ़ता रहे तो सपिठ ताराविश्व जन्म बढ़ता हुआ अडाकार या गोलाकार ताराविश्व बन पड़ेगा।

द्रव्यसंचयके बढ़नेकी बातकी स्वीकार कर छेने पर उत्पन्निकी बातका ज्ञान ही हो जायेगा। ताराविश्वोंकी यह बात उनकी उत्पन्निकी सूचित न करेगी, यह उनके बननेकी प्रक्रिया मानकी सूचित करेगी।

सूर्यरथ [भाजा गुफा]
 अंधकार राक्षसका नाश करनेको सूर्यदेव
 रथमें सवार होकर आते हैं। साथमें उनकी
 दो पत्नियाँ तथा और प्रत्युषा हैं।



सूर्यरथ
 जि. स. पू. का
 सूर्यदेवका पाश्चिमात्य
 दर्शन

१३. रेडियो खगोल

बीमबी शताब्दीके शुरूआतके वर्षों तक विश्वको देखनेका और समझनेका एकमात्र माध्यम प्रकाश था। प्रकाश द्वारा प्रत्यक्ष होनेवाले आकासीय पदार्थोंमें सूर्य, चंद्र और तारे मुख्य हैं। मगर ये सभी एकमे तेजस्वी नहीं हैं। वे सभी हमसे एक-से अंतर पर आये हुए भी नहीं हैं। अत्यंत दूरके पदार्थोंको देखनेके लिये दूरबीनकी सहायता लेनी पड़ती है। दूरबीनोंने हमारी दधान-शक्तिको अनेक गुना ज्यादा बढ़ा दिया है फिर भी मनुष्यदृष्टि अदृष्ट प्रकाशको देख पानेमें असमर्थ रही है। नीले रंगसे लाल रंग तकका वर्णपट रचनेवाले श्वेत प्रकाशको हम देख सकते हैं मगर अल्ट्रावायोलेट या इन्फ्रारेड प्रकाशको हम नहीं देख पाते हैं। हाँ, उसके असरोंको हम जरूर परख सकते हैं। इतना ही नहीं बेमर्राकी सहायतासे उपर्युक्त प्रकाशमें स्पष्ट छवियाँ भी प्राप्त कर सकते हैं।

आकाश हमें नीला दीखता है उसका कारण पृथ्वीका वातावरण है। पृथ्वीके वायुमंडलसे बाहर जाकर आकाशका दर्शन करें तो वह काला दीखेगा। अंतरिक्षमेंसे पृथ्वी तक अनेक प्रकारकी तरंगें आती हैं जिनमें से अधिकांशको हमारा वातावरण हड़प जाता है। प्रकाशकी तरंगें वातावरणको पार करके हम तक पहुँचनी रहती हैं और इस अवकासीय छिड़की द्वारा हम आकाशका दर्शन कर सकते हैं। अंतरिक्षमें अकेली प्रकाशकी तरंगें ही चलती हैं ऐसा नहीं है। वहाँ अनेक प्रकारके विकिरण भी चलते रहते हैं। प्रश्न होगा कि इन विकिरणोंमें कोई एक विकिरण अंतरिक्षदर्शन करनेमें हमारी सहायता कर सकता है क्या?

अंतरिक्षमें होते रहने विभिन्न प्रकारके विकिरणोंमें गामा-किरणें, क्ष-किरणें, अल्ट्रावायोलट-किरणें, इन्फ्रारेड किरणें और रेडियो-विकिरण मुख्य हैं। ये सभी विद्युत-चुंबकीय विकिरणोंके अलग-अलग स्वरूप हैं। इनमेंसे कम तरंग-मात्रावाली रेडियो-तरंगोंको छोड़कर शेष अन्य तरंगें पृथ्वी तक नहीं पहुँच पाती हैं। पृथ्वीका वातावरण इन तरंगोंको या तो लौटा देता है

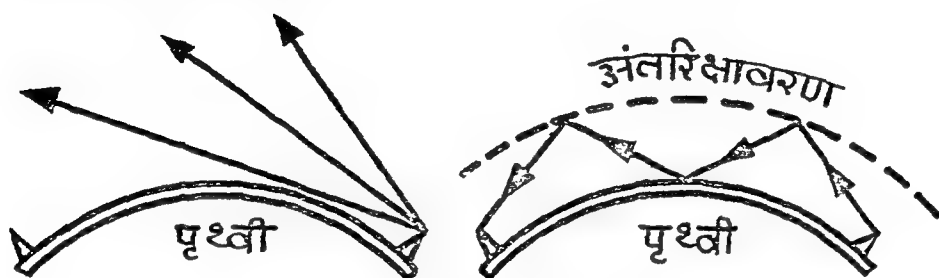


अवकाशी छिड़कियाँ ↑ से दर्शायी गयी हैं।

या उनको हड़पकर आत्मसात् कर लेता है। रेडियो-तरंगोंके द्वारा आकाशको देखने-समझनेका द्वार खुलनेकी शुरूआत मन् १९२० में हो गई थी मगर उस वक्त उसका भ्रम हमारी पकड़में १६ अष्टाद दर्शन

नहीं आया था। अंतरिक्ष-निरीक्षण करनेवाले खगोलशास्त्री उस समय अत्यंत सूक्ष्म लंबाईकी प्रकाशतरंगोंसे परिचित थे। दीर्घ तरंगलंबाईकी रेडियो-तरंगोंके उपयोगकी बात उनके ध्यानमें आयी ही न थी।

अंतरिक्षीय ज्योतिर्याँ मूर्य, तारा वगैरह गर्म पदार्थ हैं। इन सभीका तापमान ऊँचा है और उनकी विकिरण-शक्तिको प्रकाश या गरमीके रूपमें दृश्य प्रकाशके वर्णपट द्वारा आसानीसे समझा जा सकता है। यही कारण है कि जिसकी वदौलत दीर्घ तरंगोंवाली रेडियो-तरंगोंको समझनेकी खगोलशास्त्रियोंने परवाह नहीं की थी।



रेडियो-तरंगोंका संचारण करनेका प्रयोग हर्ट्ज नामके विज्ञानशास्त्रीने सन् १८८७ में किया था। वातुके वने दो गोलेको बीच ७.५ मीटरकी दूरी रखकर एक गोलेसे दूसरे गोले तककी विद्युत-स्फूर्तिगकी छलाँग वह लगवा सका था। इतना करने पर भी रेडियो-तरंगोंका व्यवहारमें उपयोग किया जा सकेगा या नहीं इस बातके बारेमें वह शकाशील था। उसके प्रयोगोंके संबंधमें जब किसीने उससे पूछा कि रेडियो-तरंगोंका उपयोग संदेश भेजनेमें हो सकता है या नहीं तब उसने मजाकमें कहा, 'जरूर, मगर इन तरंगोंके परावर्तनके लिये पृथ्वीके किसी खंड जितने बड़े आईनेकी व्यवस्था करनी होगी।'

हर्ट्जकी मृत्यु सन् १८९४ में हुई। उसी साल मार्कोनी नामके युवान वैज्ञानिकने हर्ट्जके प्रयोगोंके बारेमें पढ़ा। उसे जान पड़ा कि रेडियो-तरंगोंका उपयोग संदेश भेजनेमें हो सकता है। अपनी कल्पनाकी सचाई जाँचनेको वह इंग्लैंड पहुँचा। अपनी श्रद्धाको बलवती साबित करने के लिये उसने अपने प्रयोगोंके क्षेत्रका अनेक रूपमें विकास किया और सन् १९०१ में जाहिर किया कि वह एटलाण्टिक महासागरके उस पार संदेश भेजनेकी तैयारीमें है। वैज्ञानिकोंने उसकी बातको हँसीमें उड़ा दिया और कहा कि उसकी कल्पना बेवुनियाद है और साथ-साथ यह भी कहा कि प्रकाशकी किरणें एटलांटिकको पार नहीं कर सकती हैं वहाँ आवाजको भेजनेकी बात करना निरी मूर्खता है। उन्होंने यह भी याद दिलाया कि पृथ्वी गोल है और प्रकाशकी किरणें सीधी रेखामें गति करती हैं। मगर मार्कोनी अटल रहा। उसने दृढ़तापूर्वक अपने प्रयोगकी पूरी तैयारी की और एक दिन सभीने आश्चर्यसे देखा कि कोर्नवाल शहरसे प्रसारित S-O-O-O संदेश एटलांटिकके उस पार न्यूफाउन्डलैंडमें ग्रहण किया गया है और वह भी भेजनेके बाद दूसरी सेकंडमें—सच्चे अर्थमें सेकंडके १०० वें भागके समयके बाद।

रेडियो खगोल : ९७

हृदयकी मज्जाक सही अर्थमें सिद्ध हुई थी।

मगर उसकी वही गई विज्ञान दर्पणकी वास्तविकता क्या ?

वह था आकाशमें। आकाशमें आयनित (Ionised) हवाका आवरण है। मार्कोनीके तरंगोंको इस आवरणने रोका और पृथ्वीकी ओर लौटाया। यो एक स्थानसे दूसरी जगह तक सदेश पहुँचा। पृथ्वीके आयनावरणने रेडियो-दर्पणका काम किया।

कम लंबाईवाली रेडियो-तरंग आयनावरणको भेद कर पार निकल जाती है। लेकिन दीर्घ या बहुत ही कम लंबाईवाली तरंगें वैसे पार नहीं निकल पाती। यों आयनावरणके द्वारा पृथ्वीकी ओरसे आनेवाली तरंगें पृथ्वीकी ओर, और अनरिफ्लेक्सी ओरसे आनेवाली तरंगें वापस अनरिफ्लेक्सी ओर लौटा दी जाती हैं। तरंगें अगर प्रबल नहीं हैं तो आयनावरण उनको हृक्ष भी जाना है—खाम करके बहुत ही कम तरंगलंबाईवाली तरंगोंको। आयनावरण १० सेन्टीमीटरसे लेकर १० मीटर तककी तरंग लंबाईवाली रेडियो तरंगोंका जपने पार होने देता है।

यों प्रवाहकी किरणोंसे अज्ञात रेडियो-तरंगोंके द्वारा ब्रह्मांडको पेरने-ममझनेको एक और अज्ञातशायी लिङ्गकी गूँल गई थी मगर उसकी किम तरह काममें लाया जाय इस बारेमें किसीकी कोई स्पष्ट खयाल न था। उसकी कल्पना भी नहीं की गई थी।

सन् १९३० की बात है। अमरिकाकी बेल टेलिफोन कंपनीमें एच जी जॉन्स्की काम करता था। बेल टेलिफोन कंपनी सागर पार रेडियो-टेलिफोनसदेश भेजनेका काम करती थी। टेलिफोन को भेजते समय या प्राप्त करते समय पापियव और अपापियव आवाजें सदेशके माथ मिलकर गड़-बड़ी पैदा करती हैं। इन आवाजोंको टालना बहुत जरूरी है। बेल टेलिफोन कंपनीमें इस विषयका अन्वेषण कार्य चलता था और जॉन्स्की उस कामके लिये तैनात था।

साधन वैसा ही संपूर्ण क्यों न हो फिर भी उसमें उत्पन्न होनेवाली पार्श्वभू आवाजको ज़िलकुल मिटा देना मुश्किल है। बास्व, रेसिस्टन्स, एरियल वगैरहके इलेक्ट्रॉनोंके प्रक्षोभनोंके कारण अत्यंत सूक्ष्म आवाज उत्पन्न होती रहेगी। बाहरकी आवाजों—ड्राम, मोटर, ट्रेन, रेडियो, गोग्गुल, बिस्कोट, बिजलीकी गडगडाहट, मिलोकी धूम्र, सायरन, सीटियो—को दूर रखनेके लिये औद्योगिक केंद्रोंमें दूर जाया जा सकता है लेकिन खुद मापनोमें उत्पन्न होनेवाली आवाजका निरसन नहीं हो सकता है। मापनोंकी इस आवाजको मैट्रानिक शक्तताकी हद तक भी कम नहीं किया जा सकता है। साधनोंकी भी अपनी मर्यादाये हैं। जॉन्स्कीको जो काम सौंपा गया था वह पार्श्वभू आवाजकी दमलको हो सके उसनी कम करनेका था।

जॉन्स्कीने ३० मीटर व्यासका बड़ा एरियल बनाया और चक्करकी तरह वह घूम मके ऐसी व्यवस्था की। इस एरियलकी किमी भी दिशामें घुमाया जा सकता था इस कारण वह पृथ्वी और अनरिफ्लेक्सी आवाजें पकड़ पाता था। हम देख आये कि आवाजका स्तर अपनी मर्यादामें नीचा नहीं उतर सकता है। जॉन्स्कीने अनुभव किया कि बाहरकी आवाजोंकी गैर-हाजिरीमें उपर्युक्त लघुमय स्तर एक-सा नहीं रहता है। उसमें घटावही होती है। पार्श्वभू आवाजका वह लाउडस्पीकरमें सुनता था तब उसे हमेशा अत्यंत मृदु पुमपुमाहट सुनाई देती थी।

यह मरमर आवाज कभी-कभी कुछ तेज भी होती थी और सारे दिन एक-सी नहीं रहती थी। यह मृदु ध्वनि सावनोंमें से उत्पन्न होनेवाले इलेक्ट्रॉनिक आवाजसे विलकुल अलग प्रकारकी थी और फिर भी उसका संबंध पृथ्वी परके या अंतरिक्षमें होनेवाले तूफानोंके या शोरके साथ नहीं जोड़ा जा सकता था। इस आवाजको रेडियो-केवल या रेडियो-ट्रान्समीटरकी आवाज समझ कर जान्स्कीने उसे निर्मूल करनेकी बहुत कोशिश की लेकिन वह असफल रहा। निःश्वास, घुड़कन और तड़ाकवड़ाककी आवाजोंके कारणोंको ढूँढ़नेवाला जान्स्की भारी दुविधाका अनुभव कर रहा था।

व्याकुल होने पर भी वह बेहिम्मत न बना। उसने कारणोंकी जाँच शुरू की। जैसे-जैसे जाँच सूक्ष्म होती गई वैसे-वैसे उलझन और भी बढ़ती गई। आवाजका कारण वह नहीं ढूँढ़ पाता था उसके साथ एक और मुश्किल बढ़ी—आवाज करनेवाला पदार्थ सरक रहा था!

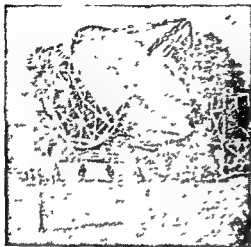
जान्स्कीके धैर्यकी पूरी कसौटी हुई। जैसे उसकी जाँच सूक्ष्म होती गई वैसे और भी नयी कठिनाइयाँ सामने आती गयीं। शुरूमें उसने कल्पना की थी कि यह आवाज पार्थिव नहीं लेकिन अपार्थिव है—मगर प्रश्न था कि वह आती है कहाँसे? और अब गुल यह खिला कि आवाज करनेवाला पदार्थ सूरजके साथ उगता है और अस्त होता है। मगर सूरज आवाज नहीं करता है: तो फिर वह पदार्थ क्या होगा? जान्स्कीको यह भी पता लगा था कि मर्मर आवाजकी प्रचलता दिनमें एक दफा होती है मगर उसके आवर्तनोंका समय २४ घंटोंमें चार मिनट जितना कम है। यह नई समस्या थी। समस्या इस अर्थमें कि आवाजकी प्रचलताका समय धीरे-धीरे सरक कर रातका वननेके बाद वह आधी रात तक पहुँच गया था। परेशानीकी बड़ी बात यह थी कि आवाजको उत्पन्न करनेवाले स्रोतका कहीं पता नहीं लग रहा था।

उपर्युक्त चार मिनटका फर्क समझनेके लिए जान्स्कीने खगोलशास्त्रकी शरण ली। वह तब जान पाया कि तारोंका अंतरिक्षीय भ्रमणकाल सूर्यके अंतरिक्षीय भ्रमणकालसे ४ मिनट कम है। तारोंको ४ मिनट जल्दी उगते और अस्त होते उसने देखा था: और यों-मर्मर आवाजका इस बातके साथ संबंध होनेका उसके दिमागमें स्पष्ट हो उठा। उसे अब ख्याल आया कि उसका एरियल आकाशगंगाको तकता है तब आवाज प्रचल होती है। अब वह तय कर पाया कि आवाजका कारण आकाशगंगा स्थित कोई तारा है। उसने घोषित किया कि रेडियो-टेलिफोनके सावनोंमें सुनाई पड़ती मर्मर आवाज सूर्यमंडलसे बाहरके अंतरिक्षसे—खास करके आकाशगंगाके पाटसे—आती है।

जान्स्की द्वारा खोजी गयी तारेकी आवाजको अमेरिकन सरकारने ब्रोडकास्ट किया। मगर बादमें जान्स्कीकी यह खोज केवल रिकार्ड की ही बात बन गई। जनता और वैज्ञानिक उसे भूल गये—वह विस्मृतिकी चीज हो गई। जान्स्कीने अपनी कंपनीसे विनय की कि खोजका यह काम जारी रखनेमें वह सहायक हो मगर कंपनीने साफ ना कह दिया। उसे अपार्थिव बातोंमें रस न था। जान्स्कीके प्रयोग वहाँ ही थम गये। बाकी रही रेडियो-इंजीनियरों और खगोल-शास्त्रियोंकी बात! रेडियो-इंजीनियरोंके फुरसत न थी और फुरसत मिलने पर वे अपार्थिव आवाजके पचड़ेमें पड़नेवाले न थे क्योंकि उन्हें खगोलशास्त्रका ज्ञान न था। दूसरी ओर

सगोलशास्त्री अपने कामोंमें ऐसे फँसे थे कि छोटी-सी यह रेडियो-आवाज उनके कानों तक न पहुँच पाती थी। इस मामलेमें वह सभी उदासीन थे।

फिर भी एक आदमीने नये विज्ञानकी इस ज्योतको जलती रखा था। वह आदमी ग्रेटे रेवर था—जान्सीकी नरह रेडियो-इंजीनियर और अमेरिकाका नागरिक। उसने ९ मीटर



रेवका रेडियो-दूरवीन

व्यासके बड़ाहुँके आकारके परबलय घाटकी रेडियो-दूरवीन बनायी और करने धरने अहातेमें उसे खड़ा किया। उसके द्वारा आकाशके किसी भी भागकी देखा जा सकता था। रेवरने इस दूरवीनकी सहायतासे रेडियो-आवाजका नक्शा बनाया। नक्शेसे रेडियो-आवाज करनेवाले उद्गमोंके स्थाननिर्देशोंके बारेमें जाना जाता था मगर उनके हमसे अनरोंके बारेमें नहीं। हाँ, चन्द्र जैसे अत्यंत निकटके आकाशीय पदार्थ पर रेडियो-तरंगें डालकर उन्हे वापस ग्रहण करनेमें आया है। और इस प्रकार चन्द्रकी दूरी मालूम की गई है मगर दूरके पदार्थोंके बारेमें यह पद्धति काम नहीं लेती है।

रेडियो-दूरवीन आज तक भी प्राप्ती (Receiver)-दूरवीन रही है। और यो रेडियो-आकाशके नक्शे केवल प्लान (Plan)-नक्शे हैं, वे अंतर नहीं दर्शाते हैं। इस कारण, रेडियो-दूरवीनके द्वारा जो आवाज पकड़ी जाती है उसको अर्थघटनमें बहुत तकलीफ रहती है। आजकल रेडियो और चाक्षुष दूरवीने एकदूसरीके सहकारसे काम करती हैं मगर रेवरके समय यह परिस्थिति न थी। उस वक़्त चाक्षुष दूरवीनवाले रेडियो-दूरवीनके बारेमें कुछ नहीं जानते थे, विपरीत इसमें कभी-कभी उनकी अड़हैला करते थे।

रेवरने साबित किया है कि अंतरिक्षमें आनेवाली और जान्सी द्वारा पहचानी गई आवाज निश्चिन् हकीकत है। उसने यह भी कहा कि आकाशगगामें जहाँ ज्यादा तारे हैं वहाँसे ऊँची आवाज आती है और जहाँ तारे कम हैं वहाँसे मृदु (हलकी) आवाज आती है। रेवरके कहनेका सीधा-सादा अर्थ यह था कि आकाशके तारे रेडियो-आवाजके प्रमत्तस्थान हैं। अपने इस अनुमानकी परीक्षा करनेके लिए रेवरने अपनी रेडियो-दूरवीनको ब्याप और ब्रह्महृदय तारोंकी ओर विनिर्देशित किया। और तब उसे मालूम हुआ कि उसका तक नहीं न था। चमकते तारे आवाज नहीं करते हैं। बात भी कैसी बेतुकी? तारायूथ आवाज करता है मगर अकेला तारा गूँगा है।

अन्तः सूरज अन्तः तारा है। आज वह रेडियो-उद्गमके रूपमें प्रख्यात है। मगर रेवरने जब उसे जाना था तब वह विलकुल चुप था। हमसे नजदीकका होनेके कारण वह और

तारोंके तेजको दवा देता है उसी प्रकार उनकी आवाजोंको भी उसे दवा देना चाहिये था : रेवरने बहुत सिरपच्ची की थी मगर सूर्यसे निकलनेवाली आवाजको वह पकड़ ही न पाया था। 'अंतरिक्षीय आवाज सूर्यसे या तारेसे न आती हो तो वह कहाँसे आती होगी?' यह प्रश्न रेवरको सताने लगा।

सूर्यमेंसे आवाज आती है यह हमने कहा है। ग़ोटे रेवरका उस आवाजको पकड़ न पानेका कारण सूर्यकी 'शांत' स्थिति थी। उस वक़्त सूर्य पर सबसे कम सूर्य-कलंक थे। और इस कारण तूफ़ानोंकी मात्रा अत्यंत कम हो गई थी। सूर्य पर बहुत कलंक होते हैं तब वह अशांत हो जाता है और उसकी आवाज रेडियो-दूरवीन द्वारा पकड़ी जाती है। यह आवाज सूर्य-विषसे और सूर्यके अदृश्य किरीटावरणसे आती है। सूर्य शांत होता है तब सूर्यविषसे आवाज नहीं आती है। हाँ, उसका किरीटावरण सतत आवाज उत्पन्न करता रहता है।

कुछ भी हो; प्रयोगोंके बाद भी रेवरको अंतरिक्षीय आवाजके उत्पादकोंकी पक्की टोह न मिली। सूर्य और तारे चुप मालूम हुए। रेवरने अनुमान लगाया कि अंतरिक्षमें से आनेवाली आवाज अंतरिक्षीय वायु-खास करके आणविक हाइड्रोजन-से आनेवाली आवाज है। मगर उसकी इस बातको मान्यता न मिली। बादमें रेडियो-तारोंका जव पता लगा तब रेवरकी उपर्युक्त कल्पनाको निपट खोटी ठहरायी गयी। आवाज उत्पन्न करनेवाले पदार्थको तरंगें भेजनी चाहियें। गरम पदार्थ विभिन्न तरंग लम्बाईवाली विद्युच्चुंबकीय तरंगें विकिरित करते हैं। रेडियो तरंगें विद्युच्चुंबकीय तरंगें हैं। यों उनको उत्पन्न करनेवाला पदार्थ गरम होना चाहिये। आणविक हाइड्रोजन शिथिल पदार्थ है; वह गरम है ही नहीं इस कारण उसमें से तरंगें उत्पन्न होनेकी बात अर्थहीन है। (आज हम जानते हैं कि शिथिल हाइड्रोजन २१ से. मी. तरंगलम्बाईकी रेडियो-तरंगें उत्पन्न करता है। रेवरका अनुमान यों आवा ठीक था।)

रेवरने रेडियो-आकाशके जो नकशे बनाये थे वे सभी व्योरेवार थे। करीब १५ साल तक वे अपने क्षेत्रमें अद्वितीय रहे। उन नकशोंके द्वारा वैज्ञानिक लोगोंको पहले-पहल पता लगा कि दृश्य जगत और श्राव्य जगत कैसे भिन्न हैं। अलवत्ता रेडियो-आवाज उत्पन्न करनेवाले उद्गमोंको नहीं पहचाना गया था फिर भी आवाजकी उत्कटता दर्शानेवाले दर्जनों स्थानोंको नकशोंमें दिखाया गया था। मोटे तौर पर ये जगहें आकाशगंगावाले आकाशीय विभागमें थीं। ऐसे स्थानोंमें अति प्रसिद्ध शमिष्ठा, हंस और वृषभमंडलमें आये हुए रेडियो-उद्गम हैं। रेवर इन स्थानोंको आजकी तरह निश्चित रूपमें पहचान न सका था फिर भी उन सबके लिये उसने निरीक्षण-नोट तैयार किये थे और आशा प्रकट की थी कि अंतरिक्षीय रेडियो-अन्वेषण महत्त्वका स्थान पायेगा और उसके द्वारा खगोलशास्त्रकी एक नई शाखाकी नींव पड़ेगी।

रेवरके अन्वेषण सन् १९४०-४२ में प्रकट हुए थे। उस समय वैज्ञानिक लोग शुद्ध अन्वेषणोंके अलावा दूसरे कामोंमें लगे हुए थे। यह होते हुए भी रेवरके अन्वेषणोंको ताक पर नहीं रख दिये गये थे। उस समय दूसरे विश्वयुद्धके कारण राडारका काम शुरू हो गया था और रेवरकी खोजोंका आधारशिलाके रूपमें उपयोग किया जाता था। (रेवरकी दूरवीनको भी संभालकर सुरक्षित रखा गया है।) इंग्लैंडमें मान्चेस्टरके पासके जोड्रेल वैक स्थानमें ७५

रेडियो खगोल : १०१

मीटर व्यासकी एक बड़ी रेडियो-परावर्तक दूरबीन स्थापित की गई है। यह दूरबीन रेवरकी दूरबीनकी बड़ी आवृत्ति जैसी है।

रेवरका काम जहाँ रुक गया वह वहाँ जे० एस० होने उसे आगे चलाया। यह काम इंग्लैंड में प्रारम्भ किया गया था। रेडियो-आवाज और रेडियो-दूरबीनकी खोज हुई अमेरिकामें, मगर उनका विकास हुआ इंग्लैंड और ऑस्ट्रेलियामें। रूस और अमेरिकाके बीच, आजकल, परस्पर-घाटके दूसरे प्रकारकी बड़ी बड़ी रेडियो-दूरबीनें निर्माण करनेकी होड़ चल रही है।

हो लश्करी अरुपर था। उनके बिम्बे राडार व्यवस्थाका काम था। राडार-माधन कभी-कभी स्वयं काम नहीं दे पाते थे। 'दुश्मन इस प्रकारकी तरकीबोंका आयोजन करते हैं और हमें उन्हें छकाना चाहिये' ऐसे सवालमे प्रेरित होकर ही और उनके माथी काम कर रहे थे। हुआ ऐसा कि दुश्मनको बिना आक्रमण किये ही और अपनी ओरसे किसी भी प्रकारकी हताहत उत्पन्न न करने पर भी राडार-यवस्थामें यथायक विनियम दिखाई पड़ा। निरीक्षणों और माधन-परीक्षणोंमें मान्य हुआ कि यह विशेष दुश्मनके हमलेके कारण नहीं, सूयके दबलके कारण पैदा हुआ है। सूय पर उठन बड़ा बड़ा उमड़ आया था और इसकी बढ़ोतरी रेडियो-संदेशमें अडचन पैदा हुई थी। बगैर विभागमें आगेकी रेडियो-तरंगें सूय बहा रहा है—उमड़ानका तब ज्ञान हुआ। बादमें विभिन्न म्यानोंमें—मान्य करके मिडनी (ऑस्ट्रेलिया) और केम्ब्रिज (इंग्लैंड)में, सूयामें और उनके वातावरणमें विकसित होनेवाली रेडियो-तरंगोंके अभ्यासका अन्वेषण-आयोजनमें शुन हो गया।

विश्वयुद्धके समय एक और खोज भी हुई थी। वह थी अन्तरिक्षमें सुपवाप जलकर नामोश हो जानेवाली उल्काओंके प्रतिघापकी खोज। ही और उसके माथियोंने अनेक उल्काओंके तेजपदा अभ्यास करके जाहिर किया कि जलकर भस्म हो जानेवाली हरेक उल्का अन्तरिक्षमें अपनी किरणकी एक लकीर खींच देती है। यह अनुरेखा क्षणिक होती है मगर तत्काशके लिये वह धातुके तारकी तरह रेडियो-तरंगोंको परावर्तित करती है। उल्का प्रतिघापकी इस खोजके द्वारा वातावरणके ऊपरसे हनेका अच्छा अभ्यास किया गया है और सघन उल्कास्रोतोंके अस्तित्वका पता भी पाया गया है।

हीका तीसरा कार्य जान्की और रेवरकी तरह रेडियो-तरंगोंके उद्गमस्थानों और उनकी प्रवृत्तादिक आकाशीय रेडियो-नक्शा बनानेका है। इस कामके लिये, अपने समयके उत्तम एरियसका उमने उपयोग किया था। नक्शा पूरा करने पर मालूम हुआ कि आकाशगंगाका पाठ रेडियो-तरंगें उत्पन्न करनेवाला विशिष्ट क्षेत्र है। इसके अनिश्चित यह भी मालूम हुआ कि इस क्षेत्रके हमसङ्ग विभागमें आया हुआ एक रेडियो-संकेत आसोलित होता रहता है। होने अनुमान लगाया कि यह संकेत अत्यन्त दूरका होना चाहिये। अवकाशमें उत्पन्न होकर हमारे वातावरणको पार करते समय वह वातावरणमें संकेत पर आरोपित होकर हम तक पहुँचना रहा है और इस कारण उसका उद्गमस्थान अत्यन्त प्रबल विकिरण होना चाहिये जिसकी अत्यन्त मावधानीसे शोध करना आवश्यक है। मगर हुआ वही जो जान्की और रेवरके माथमें हुआ

था। हीके उपर्युक्त रेडियो-स्रोतका पता न चल सका और वह भी दुनियामें शक्तिशाली दूरवीनोंके मौजूद होने पर भी!!

मगर अब वह स्रोत ढूँढा गया है। हंस अ नामसे परिचित यह रेडियो-स्रोत (पृ० ११३) ब्रह्मांडके सिवान पर आया है। दुनियाकी सबसे बड़ी चाक्षुष दूरवीनसे वह बहुत मुश्किलसे पकड़ा गया है!

कुदरतकी लीला कैसी अद्भुत है! अपने रहस्योंको वह बहुत वीरे-वीरे प्रकट करती है। मनुष्यके प्रयत्नोंकी कड़ी कसीदी होती है। ऐसे ही मौकों पर ज्ञानविज्ञानके सोते भी फूटते और बहते रहते हैं। रेडियो-खगोलका विकास इस बातका जीवंत उदाहरण है।

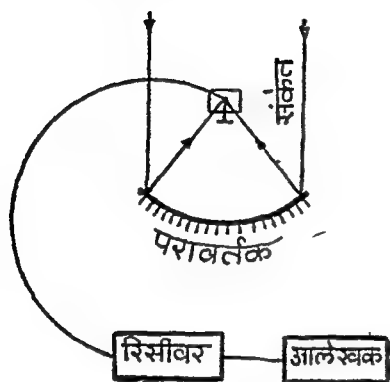


१४. रेडियो-संकेत और विश्व

खगोलशास्त्रका आधुनिक विकास दूरबीनोंके कारण है। दुनियाकी सभसे बड़ी चासुप दूरबीन ५०० से भी ब्यासवाले माउन्ट पालोमर वेधशालाकी हेडल दूरबीन है। इस दूरबीनका अस्तित्व न था तब २५० से भी ब्यासवाली माउन्ट विल्सन वेधशालाकी दूरबीन दुनियाकी सभसे बड़ी दूरबीन थी। २५० से भी बाली दूरबीनमें अनरिक्तका बहुत-सा भाग देखा गया था और इन कारण मन् १९३० के अरसेमें खगोलशास्त्री मानने लगे थे कि अनरिक्तमें जो कुछ देखने योग्य है वह सब कुछ देख लिया गया है। वे कहते थे कि माउन्ट पालोमरवाली बड़ी दूरबीनमें अपन मुद्गरके नागविश्वको पना लम्बाकर ब्रह्मांडकी गहराईकी केवल धाढ़ लेना अब बाकी है। हेडल दूरबीनका उपयोग भी काम करके ताराविश्वके स्वप्नोंको प्रवट करनेमें हुआ। मगर तब पता चला कि खगोलशास्त्री जिसे देख लेनेका मानते थे वह बात सही नहीं है। आकाशोप पदार्थोंको, काम करके ताराविश्वको हमने जितना नज़दीक होनेका हम मानते थे उतने निकट वे नहीं थे। देवगर्भी ताराविश्वका हमसे अलग, उसकी ओरके बाद, ७½ लाख प्रकाशवर्ष होनेका मालूम हुआ था। यह अवलम्ब अंतर था। अपने मद्राकिनी विश्वका ब्रह्मांड समझनेवाले लोग इस अंतरकी बात सुनकर आश्चर्यचकित हो गये थे। मगर जब उन्होंने यह जाना कि अनरिक्तमें एक नहीं केवल लाखों छोटो-बड़े ताराविश्व हैं तब उनके विस्मयकी सीमा न रही। बड़ी दूरबीनके उपयोगका एक परिणाम यह भी हुआ कि 'जो कुछ देखनेका था वह सब कुछ देख लिया गया है' वाली बात झूठी मालूम हुई। देवगर्भी विश्वकी ७½ लाख प्रकाशवर्षकी दूरी अब २२ लाख प्रकाशवर्षकी दूरीमें घट गई है और असंख्य ताराविश्वोंको अपनेमें समानेवाले ब्रह्मांडकी गहराईमें ५ अरब प्रकाशवर्ष तक पहुँच पाने पर भी अनरिक्त, उल्टाना ज्यादा अज्ञान होनेका मालूम हुआ है। इस बातको अब समर्थन मिला है रेडियो-खगोल द्वारा। अब हमें मालूम हुआ है कि ब्रह्मांडमें देखनेकी अपेक्षा अनदेखा ही ज्यादा है। आज तक ब्रह्मांडको हम प्रकाशकी आँखोंसे देखते थे, उसे अब आवाजकी सहायतासे समझनेका मौका मिला। मगर तब एक नई समस्या खड़ी हुई। ब्रह्मांडको जिस रूपमें हम देखते आये हैं वह उसका धाम्नातिक स्वरूप है कि कुछ और? हमारी आँखें और चासुप दूरबीनें सूक्ष्मविनको चमकते ज्योतिषके रूपमें देखती हैं मगर रेडियो-दूरबीनें उसे बाला समझती हैं। इतना ही नहीं रेडियो-दूरबीनें सूर्यको उसके चमकते व्यासमें २० गुना व्यासवाले ज्योतिषके रूपमें देखती हैं। प्रश्न है कि इन दोनों दर्शनोंमें कौन-सा सच्चा माना जाय?

वैज्ञानिक कहते हैं कि दोनों दर्शनोंको मिश्राने पर ब्रह्मांडका जा दर्शन हो उसे सच्चा समझना चाहिये। रेडियो-खगोल चासुप खगोलके साथ बंदम मिलाकर चलता है। अपनी १०४ ब्रह्मांड दर्शन

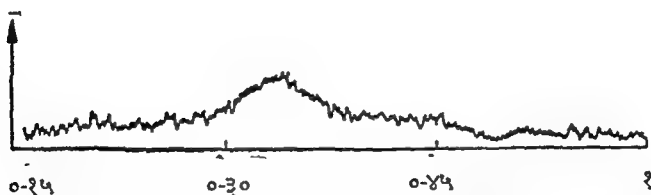
विशिष्ट कार्यप्रणालीके लिये वह चाक्षुष-खगोल पर बहुत ज्यादा अवलंबित है—खास करके आकाशीय पदार्थोंके अंतरोंके बारेमे। दूरत्वके सदर्थ रहितका रेडियो खगोल गोले परके चित्र-लेखन जैसा है। रेडियो-खगोलका खास काम अदृश्य और पारदर्शक आकाशीय पदार्थोंके बारेमे नई जानकारी प्रदान करना है। प्राप्त जानकारीके आधार पर चाक्षुष दूरवीन द्वारा अदृश्य ज्योतियोंका पता पानेकी पूरी कोशिश करनेमे आती है। हमारा मंदाकिनी विश्व सपिल प्रकारका वायुभुजाओंवाला ताराविश्व है उसका खयाल भी रेडियो-दूरवीन द्वारा ही मिला था।



रेडियो-खगोल अन्वेषणके मुख्य विषय रेडियो-सूर्य, रेडियो-ताराविश्व और गिथिल हाइड्रोजन है। इनकी खोजके लिये विभिन्न तरंगलंबाईकी रेडियो-तरंगोंका उपयोग किया जाता है। विद्युत-चुंबकीय वर्णपटके रेडियो-तरंगोंके विभागवाले $\frac{1}{10}$ से. मी. से १०० से. मी. तरंगलंबाईवाली तरंगें अन्वेषणके लिये ज्यादा अनुकूल मालूम हुई हैं। घरेलू रेडियोसेटमे अलग-अलग तरंगलंबाई पर आवाज सुनी जाती है उसी तरह रेडियो-दूरवीनमे भी होता है। अलग-अलग रेडियो-दूरवीनकी आवाजको सुना नहीं जाता है, उसे आलिखित

किया जाता है। विभिन्न तरंगलंबाईयोंके कारण रेडियो-आवाजकी तुलना श्वेत प्रकाशसे उत्पन्न होनेवाले वर्णपटसे हो सकती है। वर्णपटमे विभिन्न तरंगलंबाईकी प्रकाशरेखाये होती हैं वैसे ही यहाँ आवाजकी तरंगें हैं। वर्णपटकी रेखाओंकी तरह आवाजकी तरंगोंमे भी एक चमकती रेखा है। यह तरंग शिथिल हाइड्रोजन की है। ठंडे हाइड्रोजन परमाणु २१ से. मी. तरंगलंबाईकी रेडियो-तरंगें प्रसारित करते हैं।

अब हम देखेंगे कि अवकाशसे आनेवाली रेडियो-तरंगोंको ग्रहण करके रेडियो-दूरवीन किस प्रकार काम करती है।

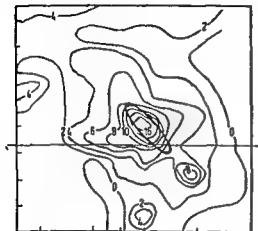


रेडियो-दूरवीनका सामान्य स्वरूप कड़ाहेके आकारके परावर्तकका है। यह परावर्तक अंत-रिक्षसे आनेवाली रेडियो-तरंगोंका परावर्तन करके उनको एक स्थान पर केन्द्रित करती है। परावर्तित तरंगों द्वारा उत्पन्न होनेवाला प्रतिबिंब परावर्तककी नाभिमे रखे गये द्विध्रुव (Dipole) दंड पर ग्रहण किया जाता है। द्विध्रुव-दंडका संधान रेडियो-रिसीवरके और रेकर्डिंग साधन (या आलेखक) के साथ किया हुआ होता है।

रेडियो-दूरबीन द्वारा प्राप्त एम आरएच यू १०५ पर दिया गया है।

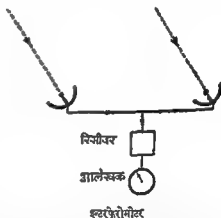
ऐसे आन्तर्ग्रही प्राप्त करने के लिये रेडियो-दूरबीन को आकाशीय पदार्थों की ओर ताका जाता है और उम ज्योतिष के आसपास के विस्तार में उसे एक ओर से दूसरी ओर तब घुमाया जाता है। यह काम अलग-अलग स्थानों में बार-बार किया जाता है। दूरबीन घूमती रहती है तब आकाशीय ज्योतिषों में आनेवाली आवाज आलेख द्वारा नोट की जाती है। इस तरह संकलित आलेख प्राप्त करने, उनकी म्हायना में, आवाज करनेवाले अन्तरिक्षीय पदार्थों की अस्तित्व की मा

दिखानेवाला समोच्चरेखा (कन्टूर) नक्शा तैयार करने में आता है। वगल में वंसा एक नक्शा दिया गया है। यह नक्शा हमारे परिचित देवयानी विश्व का है। नक्शे में देवयानी विश्व गहरी लकीरवाले दीर्घवृत्त में दर्शाया गया है। पतली रेखाएँ आवाज की समोच्चरेखाएँ हैं। इन रेखाओं पर एक-एक उन रेखाओं की मापें प्रदर्शित दिवाते हैं। देवयानी विश्व का अन्तरिक्षीय स्थान ० घ ४० मि विपुलांग और +४१° नालि है। उम विश्व का रेडियो-चित्र तैयार करने के लिये रेडियो-दूरबीन को देवयानी विश्व के चारों ओर ० घ १५ मि विपुलांग से



रेडियो मापेखनक आवाज पर स्थान निर्णय

१ घ विपुलांग तर और ३०° नालि में ४५° ५ नालि तक के अवकाश को ताका गया था। पिछले पृष्ठ पर दिया गया आन्तर्ग्रही रेडियो-दूरबीन ४०° १५' नालि पर घूमती थी उम बतला है। इस आन्तर्ग्रही में मालूम होता है कि रेडियो-संकेतों की प्रवृत्ता विपुलांग ० घ ३० मि और ० घ ४५ मि के बीच की है। मगर माप-माप यह भी मसला जाता है कि पकड़ी जानेवाली आवाज केवल देवयानी विश्व में नहीं मगर उसके आसपास के विस्तार में भी आती है। यह विस्तार अद्भुत देवयानी विश्व है।



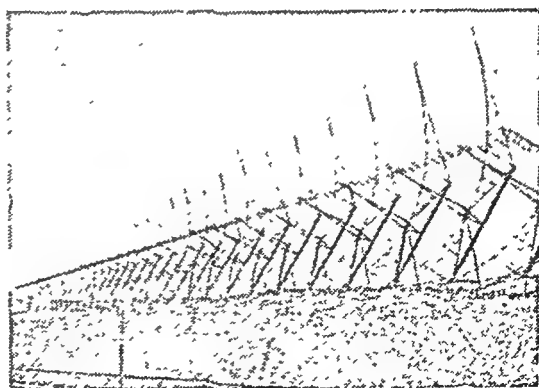
सभी रेडियो-दूरबीनों कशहेके या कटोरेके आकार की परावर्तक-दूरबीनों नहीं होती हैं। एक पकार की दूरबीन में परावर्तक के स्थान पर एक दूरबीन जोड़े गये अनेक द्विध्रुव-दंड होते हैं। ऐसी रेडियो-दूरबीन को तैयार करने का खर्च कम लगता है मगर उसमें एक त्रुटि रह जाती १०६ बहाल दर्शन

है। उसे आसानीसे घुमाया नहीं जा सकता है। वह अमुक निश्चित तरंग-लंबाई पर काम देने-वाली विविष्ट रेडियो-दूरवीन बन जाती है। विविष्ट प्रकारकी अन्य रेडियो-दूरवीनोंमें एक प्रकार इन्टरफेरोमीटर रेडियो-दूरवीनका है। सामान्य इन्टरफेरोमीटरमें दो रेडियो-दूरवीने होती हैं जिन्हें एक दूसरेके साथ एक ही रिसीवरसे और एक ही आलेखसे जोड़ा जाता है। अलवत्ता इन दूरवीनोंके बीच काफी अंतर रहता है, वे एकदूसरीके नजदीक नहीं होती।



स्ट्रानफोर्ड युनिवर्सिटीकी रेडियो-दूरवीन

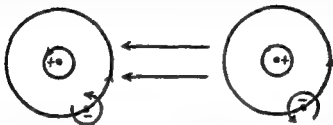
अन्य प्रकारकी एक रेडियो-दूरवीनका चित्र ऊपर दिया गया है। इस दूरवीनका संचालन स्ट्रानफोर्ड युनिवर्सिटी करती है। ३०० से. मी. व्यासके परबलय-घाटके कई परावर्तकोंको अत्यंत नाजुकतासे क्रमबद्ध करके इस दूरवीनकी रचना की गई है। दूरवीनोंकी विभेदनक्षमता उनके व्यासके प्रमाणमें होती है। छोटे-छोटे अनेक एरियलों द्वारा प्राप्त रेडियो संकेतोंको - संयोजित करनेवाली यह दूरवीन रेडियो-तारेकी आंतरिक संरचनाको समझनेमें बहुत उपयोगी सिद्ध हुई है। अंतरिक्ष-स्थित रेडियो-उद्गमोंको खोजनेमें भी वह ज्यादा कामयाब साबित हुई है। १.५ कलाकी दूरीवाले एकदूसरेके अत्यंत नजदीके रेडियो-उद्गमों का, इस दूरवीन द्वारा, एकदूसरेसे अलग रूपमें अभ्यास किया जा सका है। इन सभी कारणोंसे उसकी विभेदनक्षमता (Power of Resolution) अत्यंत ऊँची कोटिकी मानी जाती है।



रेडियो-इन्टरफेरोमीटर

गिथिल हाइड्रोजन, गरम तारोंके नजदीकवा आयनित हाइड्रोजन, ताराविश्वके चुम्बकीय क्षेत्रमें भारी वेगसे घूमनेवाले इलेक्ट्रॉन, गति और स्थान सीमित (या पृथक्) पहचाने गये रेडियो-उद्गम—ये चारो बातें अवकाशी रेडियो-उत्सर्जनके लिये जिम्मेदार हैं।

गिथिल हाइड्रोजनकी नाभि (प्रोटोन)के चारो ओर करीब वर्तुलाकार कक्षामें इलेक्ट्रॉन घूमता रहता है। नाभिकी परकम्मा करनेके उपरान्त वह अपनी घुमा पर भी घूमता रहता है। घूमकड ट्रैक्ट्रॉनकी अक्षभ्रमणदिशा कभी—करीब ११० लाख वर्षमें एक दफा—पलट जाती है। दिशा पलटने पर, ट्रैक्ट्रॉनकी गतिके प्रमाणमें और दिशापरकके अनुपातमें ऊर्जा प्रकट होती है। यह ऊर्जा २१२ से भी तरंगम्माई द्वारा प्रकट होती है और उसे अन्य ऊर्जात्रिंसे अलग पहचाना जाता है। अब ऊर्जाये आम तौर पर उष्मीय उत्सर्गवाली हैं जत्रकि उपर्युक्त



ऊर्जाका उद्गम गिथिल या ठंडा है। गिथिल हाइड्रोजन परमाणुका ऊर्जा-उत्सर्ग बहुत ही लंबा अरसा बीतने पर होता है। फिर भी उसके अस्तित्वका पता हमें चला है कारण है गिथिल हाइड्रोजनके परमाणुकी बहुलता। अपने मदाकिनी विश्वके वायुवाश्लोमें सस्यातीत हाइड्रोजन परमाणु मौजूद हैं और इस कारण हम उनके ऊर्जा-उत्सर्गको समझ पाये हैं।

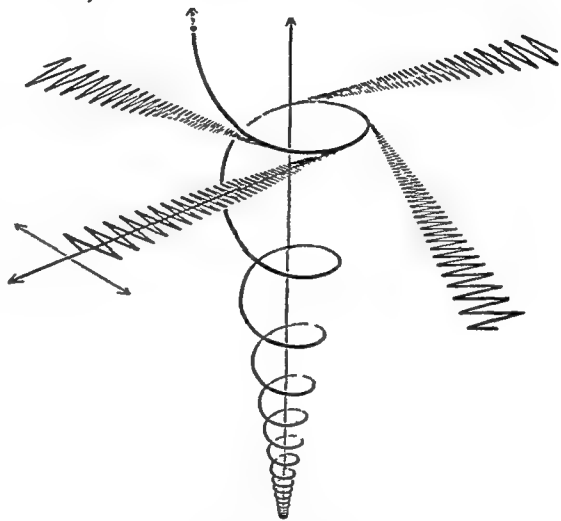


मदाकिनी विश्वमें अनेक अन्यत गरम तारे हैं। इन तारोंमें से छटनेवाली प्रजल किरणोंके कारण इन तारोंके इर्दगिर्दके अनगिन स्थित हाइड्रोजन परमाणुओका विघटन होता है। आयनित स्थितिवाले ये हाइड्रोजन कण अवकाशमें अपने-आप घूमने रहने हैं। उनको प्राप्त गतिके कारण वे बेमयुक्त याना भी करते हैं। यात्रा करते समय प्रोटोनको और इलेक्ट्रॉनको एकदूसरेके निकट पहुँचनेके समीप भी उत्पन्न होते हैं फिर भी वे एकदूसरेमें मिलकर हाइड्रोजन परमाणु नहीं बनाते हैं। उनकी गति इसमें बाधा डालती है। फल यह होता है कि प्रोटोनके नजदीक पहुँच पाता इलेक्ट्रॉन अपनी गति और साथ-साथ प्रोटोनके खिंचावके कारण ज्यादा

वेगयुक्त बनता है और प्रोटोनके इर्दगिर्द परवर्त्य पत्रिमा कर अवकाशमें दूर सरक जाता है। मगर ऐसा करते समय वह ऊर्जा-उत्सर्ग करता है। यह ऊर्जा-प्राप्त्य परवलव्यक्षाके हिसाबसे

अलग-अलग तरंगलम्बाई पर (आम तौर पर वर्णपटके सेन्टिमीटर विभागमें) होता रहता है। इस प्रकार प्रकटनेवाली ऊर्जाको मुक्त-मुक्त-ऊर्जा-संचरण (Free Free energy Transmission) कहा जाता है। उसे मुक्त इसलिये कहा जाता है कि इस क्रियामें भाग लेनेवाला इलेक्ट्रॉन बंधी स्थितिवाला न होकर मुक्त स्थितिवाला होता है।

प्रबल चुंबकीय क्षेत्रके कारण अनेक दफा, इलेक्ट्रॉन अति भारी वेग धारण करता है। चुंबकीय क्षेत्रमें गति करनेवाला अति वेगयुक्त इलेक्ट्रॉन सीधी रेखामें गति नहीं करता है। उसका गतिमार्ग सर्पिल होता है। इस मार्गमें चलते समय वह ऊर्जाका उत्सर्ग करता है। इस प्रकार का ऊर्जा-उत्सर्ग वर्णपटकी मीटर तरंगलम्बाईवाले विभागमें प्रकट होता है। मंदाकिनी विश्वके पैदमें और उसके प्रभामंडलमें उपर्युक्त प्रकारसे ऊर्जा प्रकटती रहती है। इस ऊर्जा-उत्सर्गको वैज्ञानिक लोग सिन्क्रोट्रॉन (Synchrotron) ऊर्जा-उत्सर्ग कहते हैं।



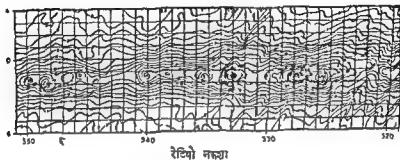
सिन्क्रोट्रॉन शक्तिउत्सर्ग

रेडियो-उद्गमोसे होते रहते ऊर्जा-उत्सर्गोंका पता बहुत पहले प्राप्त हो चुका है। मंदाकिनी विश्वमें ऊर्जाका विकिरण करनेवाले जो स्थान हैं उनमें कर्क निहारिकाका पता सबसे

पहले लगा था। सन् १०५४ में एक परम स्फोटक तारेका विस्फोट हुआ था। दर असल यह तारा अत्यंत निस्तेज तारा था। मगर देखा गया कि उसका तेज बहुत जल्द बढ़ने लगा है। बादमें वह शुक्र जैसा तेजस्वी होकर फट पड़ा। उसका यह विस्फोट बहुत ही भारी था। फल यह हुआ कि तारा टूटकर श्वेत वामन तारा बन गया और विस्फोटके कारण उत्पन्न हुआ वायुगोल, तबसे आज तक बढ़ता जाता रहा और रेडियो-ऊर्जा उत्सर्ग करता रहा है।

सर्पिल ताराविश्व चिपटे आकारके हैं यह हम जानते ही हैं। प्रश्न होगा कि करीब लाख प्रकाशवर्षके व्यासवाले इन ताराविश्वोंके तारे जो एक दूसरेसे सामान्यतः पाँच से सात प्रकाशवर्ष की दूरी पर हैं वे किस वंशसे बचकर यों दूर बैठे होंगे? और तो और, वे इकट्ठा होकर चिपटे ताराविश्व क्यों रचते होंगे? आकाशमें गोलाकार ताराविश्व हैं मगर उनकी तुलनामें चिपटे ताराविश्वोंकी संख्या बहुत बड़ी है। उत्क्रान्तिके हिसाबसे कौन-से ताराविश्व बड़ी उम्रवाले माने जायें? ये और दूसरे अनेक प्रश्नोंके निराकरणके लिये ताराविश्वोंके संबंधमें जो माहिती प्राप्त हो उसे एकत्रित करना चाहिए। चाक्षुष दूरबीनोंसे होनेवाले ताराविश्वोंके दर्शन इस हिसाबसे अधूरे या अपूर्ण हैं। चाक्षुष दूरबीनोंकी अपनी मर्यादायें भी हैं।

प्लेट ९ चाक्षुष-दूरबीनोकी महायन्त्राने प्राप्त मदाकिनी विश्वका चित्र है। चित्रसे मालूम होता है कि अपने ताराविश्वके तारे सत्र जगह एक-मे विखरे हुए नहीं हैं। वे चित्रके मध्य भागको चिपटा बना रहे हैं। इस भागमें तारोकी भारी भीड़ लगी है। हम इस प्रदेशको मदाकिनी विश्वका विपुववृतीय प्रदेश कहेंगे। यहाँ तारोकी उजली भूमिकाके पाममें अनेक स्थानों पर कायी जगह नजर आती हैं। ये सभी मदाकिनी विश्वकी द्युम निहारिकायें हैं। इनके कारण मदाकिनी विश्वका संपूर्ण दमन नहीं हो पाता है। ये निहारिकायें उनके पीछेके विश्वभागको हमने ओझल रखती हैं। इन भागोंमें अस्तित्व धरानेवाले अवकाशीय पदार्थोंका पता लगानेकी हमें रेडियो-दूरबीनकी सहायता लेनी पड़ती है। रेडियो-दूरबीन मदाकिनी विश्वके विपुववृतीय



प्रदेशको किम प्रकार देखता है वह ऊपरके चित्रमें मालूम होगा। हम देय पाते हैं कि आकाश-गंगाके पाटमें रेडियो-नरगाका उत्पट उत्पन्न होता है। ऐसा उत्पन्न मदाकिनाविश्वके और भागोंमें से नहीं होता है। रेडियो-नरगोकी उत्पटता आकाशगंगाके मध्यभागमें सबसे ज्यादा है। रेडियो-तरंगें अन्तर्जातीय वायु और धूलके बादलोंको पार करके हम तक पहुँचती हैं और यो अपने उद्गमोका स्वरूप हमारे सामने प्रकट करती हैं। मगर रेडियो-उद्गम केवल आकाशगंगाके पाट पर्यंत सीमित नहीं हैं वे मदाकिनी विश्वके चिपटे भागमें बाहरके विभागमें भी पाये गये हैं। यो चाक्षुष दूरबीनोके देखा गया मयादिन मदाकिनी विश्व रेडियो दूरबीनोके कारण बृहद् स्वरूपका मालूम होता है। इनका ही नहीं हमारे ताराविश्वका चिपटा स्वरूप सफुटाकारका होता भी जाना गया है।

मदाकिनीतारा विश्वके चिपटे ताराविभागमें वायु-जोके जो बादल हैं उनमें मिथिल हाइड्रोजन वायु प्रचुर मात्रामें है। यह वायु २१ मे यो तरंग-लंबाईकी तरंगें प्रसारित करती है। इन तरंगोंके अभ्यासमें मालूम हुआ है कि वे भी प्रकाशकी तरंगोंकी तरह बिचलित होती दिवार्दी पड़ी हैं। अन्तर्जातीय वायु गतिमें है उसका क्या अर्थ समझे? विदोय अन्वेषणोंने सिद्ध किया है कि अवकाशमिथन अन्य संपिल ताराविश्वोकी तरह मदाकिनी ताराविश्वके भी वायुमुजायें हैं। हमारी दृष्टिमें अवरोध उत्पन्न करनेवाले द्युम वायुमादल इन भुजाओंमें ही हैं। मदाकिनी विश्वके केन्द्रभागमें हाइड्रोजन वायु बहुत ही कम है। ६० प्रसारवर्ष व्यासके केन्द्रीय बिन्दुपरकी द्रव्यघनता भूयेंके नजदीकके विश्ववाह-विस्तारकी द्रव्यघनताकी अपेक्षा २४,०००

वें भागकी है। हाइड्रोजनकी अविकृताके हिसाबसे कहना चाहे तो यों कह सकते हैं—सूर्यके आसपासके विस्तारका हाइड्रोजन-संचय समग्र ताराविश्वके कुल संचयका $\frac{1}{2}$ है जबकि मंदाकिनी विश्वके केन्द्रका हाइड्रोजन संचय $\frac{1}{800}$ भागका है। मगर इस अल्प संचयने जो रंगत दिखाई है उसकी थोड़ी बात यहाँ कर लेना अप्रासंगिक न माना जायगा।

मंदाकिनी विश्वके केन्द्रसे ६००० प्रकाशवर्षकी दूरी पर एक विश्वभुजा आकार लेती है। यह भुजा विश्वकेन्द्रके उपर्युक्त नाभिभागसे जहाँ जुड़ती है वह सविभाग सपत्तिके हिसाबसे बहुत ही समृद्ध है। सघन भुजावाला यह भाग हर सेकंड २०० किलोमीटरके वेगसे विश्वकेन्द्रकी परिक्रमा करता है। वेगसे धूमनेवाले इस वायुवाहुके हाइड्रोजन वायुका एक विशिष्ट लक्षण यह देखा गया है कि वह हर सेकंड ५० किलोमीटरके वेगसे विश्वकेन्द्रसे दूर सरक रहा है! इसका एक साफ अर्थ यह हो सकता है कि अगले १-२ अरब सालोंमें मंदाकिनी विश्वके केन्द्रभागमें विद्यमान सारा हाइड्रोजन वहाँसे सरककर विश्वभुजाओंको जा पहुँचेगा। मतलब यह कि विश्वका केन्द्रभाग वायुरहित हो जायगा। मगर नये अन्वेषणोंके द्वारा मालूम हुआ है कि हमारा उपर्युक्त अनुमान (केन्द्रभाग वायुरहित हो जानेका) बेवुनियाद है। मंदाकिनी विश्वके केन्द्र भागसे बाहरकी ओर बहते जाते हाइड्रोजन वायुकी स्थानपूर्ति विश्व-प्रभामंडलका वायु करता रहता है ऐसा कई खगोलशास्त्रियोंका अनुमान है। रशियाके एक खगोलविद् आम्बार्त्सुमियन इस बातसे सहमत नहीं है। अपने अन्वेषणोंके बल पर वह कहते हैं कि हाइड्रोजन वायुकी पूर्ति केन्द्रसे ही होती है, बाहरसे नहीं। अगर यह बात सही हो तो विश्वकेन्द्रमें हाइड्रोजनको उत्पन्न करनेवाली अगम्य पद्धति हम सबके लिये अत्यंत महत्त्वकी जाती जायगी।

मंदाकिनी विश्वमें हाइड्रोजन है उसके अस्तित्वकी और उसकी गतिकी बात रेडियो-दूरवीनको १४२० मेगासाइकल (२१.२ से. मी.) पर समस्वरित करने पर जानी जाती है। ज्यादा रेडियो-निरीक्षणोंसे मालूम हुआ है कि हमारे ताराविश्वके विपुववृत्तीय चित्रभागमें भी उपर्युक्त प्रकारके हाइड्रोजन वायुकी एक पतली सतह बनी है जिसका उपयोग अवकाशीय पदार्थोंके अंतर नापनेकी संदर्भसतहके रूपमें किया जाता है। अपने ताराविश्वके अलावा दूसरे ताराविश्वमें हाइड्रोजन कितने प्रमाणमें है उसकी जानकारी भी २१ से. मी. के रेडियो-निरीक्षणोंसे प्राप्त हुई है। और उसके आधार पर अरूप, सपिल और अंडाकार ताराविश्व एकदूसरेसे किस प्रकार अपनी भिन्नता प्रकट करते हैं, यह भी मालूम हो सका है।

‘रेडियो-तारा’के अर्थमें जो आकाशीय पदार्थ सबसे पहले पहचाना गया था वह है कर्क निहारिका। रेडियो-उद्गमके रूपमें हमने उसका परिचय किया है। कर्क निहारिकासे उत्पन्न होनेवाली आवाज रेडियो-दूरवीन द्वारा पकड़ी गई थी तब सवाल पैदा हुआ था कि वह आवाज पैदा किस प्रकार हुई होगी? परम स्फोटक तारेके टूटने पर अवशेषमें श्वेत वामन तारा और वायुवाहल रहते हैं। यह श्वेत वामन दूरवीनसे भी बड़ी मुश्किलसे दिखाई पड़ता है। और आश्चर्यकी बात यह है कि वह आवाज नहीं करता है। आवाज उत्पन्न होती है वायुवाहलोंमें, और सो भी प्रचंड रूपमें। वायुकणोंके टकरानेसे ऊँची आवाज नहीं उत्पन्न होती। इसके

रेडियो-संकेत और विश्व : १११



मे ८७ विभिन्न समयों

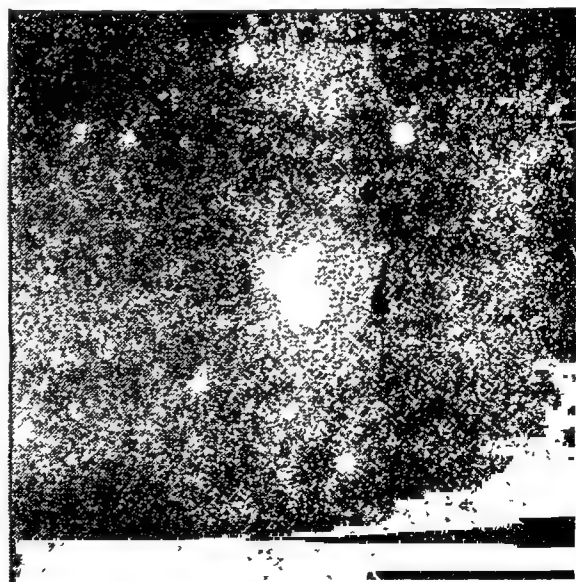
समयालसास्त्री इसरोवस्कीने मुझाया कि उच्च वेगयुक्त इलेक्ट्रॉनों के वायुमंडलों के चुंबकीय क्षेत्र में गति करने के कारण यह आवाज उत्पन्न होती है। उपर्युक्त प्रकार के प्रयोग पृथ्वी पर किये गये तब मालूम हुआ कि इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्ग करते हैं। साथ-साथ यह भी जाना गया कि उच्चवेगीय इलेक्ट्रॉन चुंबकीय क्षेत्र में गति करते हैं तब ध्रुवि (Polarsed) प्रकाश का भी वे उत्सर्ग करते रहते हैं। क्या बर्फ निहारिका में यह होना दिखाई पड़ा है? निरीक्षणों और परीक्षणों में पता चला है कि बर्फ निहारिका में ध्रुवित प्रकाश का उत्सर्ग होना है। यो इसरोवस्की का मुझाव मिथ्यात्व के रूप में स्वीकृत हो गया है और उसके कारण अनेक रेडियो-तारे और उन के उद्गम-स्थान ढंके गये हैं।

प्रसिद्ध रेडियो-उद्गमों में से एक उद्गम बन्धा अ (Vugo A) है। यह उद्गम बन्धा राशि में दिखाई देता है ८७ नाम का बड़ा तारा बिंदु है। यह भुजाओं वाला सर्पिल तारा-बिंदु नहीं है। इस बिंदु की आस-पास एक बात उमर में बाहर निकले हुए बर्णकूल या लूरा जैसा भाग्य है। रेडियो-तरंगों का उद्गमस्थान वहीं बर्णकूल होने का वैज्ञानिकों ने माना मगर उसका भी मवून चाहिये न? यहाँ भी बर्फ निहारिका वाली रीति का आसरा लिया गया। चार विभिन्न दिशाओं में, ध्रुवण विक्षेपक द्वारा से ८७ के फोटो लिये गये। फोटोग्राफ में मालूम हुआ कि उपर्युक्त बर्णकूल सभी फोटो में एक-सा प्रकाशित नहीं दिखाई देता है। मतलब यह कि से ८७ का बर्णकूल प्रकाश का ध्रुवण करता है। और यो रेडियो-उद्गम के रूप में से ८७ प्रसिद्ध हुआ। आज यह उद्गम हमारे बिंदु का सबसे दक्षिणशाली रेडियो-उद्गम माना जाता है।

से ८७ से अलग दूरी पर एक प्रबल रेडियो-उद्गम नराश्व अ (Cygnus A) है। यह

विशिष्ट प्रकारका एक अंडाकार ताराविश्व है। इस ताराविश्वके ठीक बीचमें बहुत बड़ा एक श्याम पट है। अवकाशमें इस प्रकारके ताराविश्व नहीं हैं इसलिये उपर्युक्त ताराविश्वको हमारे दृष्टियुगमें आनेवाले दो ताराविश्वोंका संयुक्त स्वरूप माना गया है। वास्तवमें नराश्व अ दूरका ताराविश्व है और उसके आड़े आनेवाला दूसरा ताराविश्व करीब का है (प्लेट ८) काले पटवाला ताराविश्व सर्पिल ताराविश्व है। नराश्व अ का व्यास $\frac{1}{10}$ अंशका यानी चंद्र-विश्वके व्यासके पाँचवे भागका है। मगर रेडियो-दूरवीनसे जब नराश्व अ का व्यास नापा गया तो मालूम हुआ कि उसका सही विस्तार ६ अंशका, मतलब कि चंद्रविश्वसे १२ गुना बड़े व्यास का है। इन सभी बातोंका अर्थ यह हुआ कि नराश्व अ से जो रेडियो-संकेत आते हैं वे यथार्थमें बहुत बड़ी विशाल पृष्ठभूमिसे उद्भव पाते हैं। मंदाकिनीविश्वके प्रभामंडल है उसी तरहका मगर उससे अत्यंत बड़ा प्रभामंडल इस ताराविश्वके है। एक और बात भी नराश्व अ के बारेमें कहना चाहिये। उसका रेडियो-उद्गम संपूर्णतः अंडाकार स्वरूपका नहीं है मगर अंडाकारके आमने-सामने दो पर निकले हों ऐसे आकारका है। रेडियो-उद्गम दृश्य-विश्वके ठीक बीचमें है। उसका स्वरूप समझनेके प्रयत्नोंसे मालूम हुआ है कि नराश्व अ का रेडियो-उद्गम छोटा है। इतना ही नहीं वह एक दूसरेसे दूर बैठे हुए दो छोटे-छोटे रेडियो-उद्गमोंसे बना हुआ है। ये पर और दो रेडियो-उद्गम हमें यह माननेको बाध्य करते हैं कि नराश्व अ एक उद्भेदी (Emissive) ताराविश्व है जिसमेंसे द्रव्यको बाहर फेंके जानेकी क्रिया चालू है। तारा-

विश्वसे फेंका जाता द्रव्य ताराविश्वकी बगलमें स्थिर होकर परका आकार धारण करता है। नराश्व अ के सच्चे रूपकी एक संभावना उसके विश्वयुगम होनेकी है। कुछ भी हो, मगर यह ताराविश्व किस तरह रेडियो-उत्सर्ग करता है वह अभी तक नहीं समझा जा सका है। हाँ, आश्चर्यकी एक और बात भी है, यह, ताराविश्व दो नये पर निकाल रहा है।



इस अ

जिस रेडियो-उद्गमको सबसे ज्यादा प्रसिद्धि मिली है वह है हंस अ। अत्यंत प्रबल रेडियो-उद्गम होते हुए भी बहुत लंबे अरसे तक उसे नहीं देखा गया था। दुनियाके सबसे बड़ी दूरवीनसे भी उसका फोटो बहुत मुश्किलसे लिया गया है। हमसे अत्यंत दूरके जिस निस्तेज आकाशीय

पदार्थका अस्तित्व जाना गया है वह हस अ रेडियो-उद्गम है। फोटो देखने पर यह उद्गम कोई सरल रूपका ताराविश्व होनेका नहीं दिखाई पड़ता। खगोलशास्त्री मिन्को-वस्की उसका अर्थ यों करता है—हस अ दो ताराविश्वोंने बना आवासीय ज्योति है जिसके हरेक ताराविश्वमें १०० अरब तारे हैं। ये दोनों विश्व एक दूसरेके साथ टकरा गये हैं। उनके वायुओंकी टक्करोंके कारण उत्पन्न होनेवाली आवाज हम तक पहुँचती है।

मगर तब प्रश्न होता है कि ये ताराविश्व टक्कर खा गये हैं उम बातना सबूत क्या है। मिन्कोवस्कीका अनुमान है कि ज्वारकी प्रक्रियाके कारण दोनों विश्वोंके स्वरूप बिगड़ हो रहे हैं। मगर कई एक खगोलशास्त्री मिन्कोवस्कीके इस मतका समर्थन नहीं करते हैं। उनका अनुमान इससे विपरीत है। उनके मतानुसार हस अ के दोनों ताराविश्व एक ही ताराविश्वके विभाजनका फल है। आद्य ताराविश्व बिघटित हो रहा है। और इस कारण आवाजकी उत्पत्ति कर रहा है।

उपर्युक्त अनुमानोंमेंमें कौनसा मत सच्चा है उसकी बात भविष्य ही कहेगा। निरीक्षणोंके मन्त्रोंके आधार पर उमका फैसला होगा। ब्रह्मांडमें ताराविश्वका विभाजन होना अभी तक नहीं दिखाई पड़ा। द्रव्यको बाहर फेंकर ताराविश्व कर्णफूट या पर उत्पन्न करता है उसे विश्व-विभाजनकी क्रिया मानी जाय तो हस अ में ऐसा होनेका कल्पा जाय। नराद्व अ की पर उगानेकी प्रक्रियाका मिलसिलेवार अभ्यास हो रहा है। समभव है कि उसके द्वारा विश्व-उत्क्रांतिकी कदिया हाथ लगे।

रेडिया-श्रवणीनो द्वारा सूर्यमण्डल और ताराविश्वोंके बारेमें हम क्या जान पाये हैं उसकी बात अगले अध्यायोंमें करेंगे।

१५. सौरजगतका रेडियो-दर्शन

सूर्यका जो दर्शन हम करते हैं वह उसका सर्वांग संपूर्ण दर्शन नहीं है। मनुष्यकी चक्षु-शक्ति परिमित है। वह अमुक अंतर तक का ही और वर्णपटके रंगोंकी मर्यादामे ही देख सकता है। सूर्यके अल्ट्रावायोलेट और इन्फ्रारेड किरणोंका दर्शन मनुष्य नहीं कर सकता है। रेडियो-दर्शन उसके विसातकी बात नहीं है। फिर भी फोटोग्राफी और दूरबीनकी सहायतासे वह बहुत कुछ देख पाता है।

अदृश्य सूर्यका दर्शन खग्रास सूर्यग्रहणके समय होता है। उस समय सूर्यके वातावरणको उसके सही रूपमे देखा जाता है। मगर तब उसके लाखों किलोमीटरसे ज्यादा दूरके विस्तारको नहीं देखा जाता है। सूर्यके किरीटावरणका विस्तार कहाँ तकका है, उसकी टोह रेडियो-दूरबीन देता है। कई पंडितोंका कहना है कि सूर्यके किरीटावरणका फैलाव करीब पृथ्वी तकका है!

सूर्यकी सतहका तापमान करीब 6000° से. है। मगर किरीटावरण इससे भी ज्यादा तापमान रखता है। सूर्यविवसे डेढ़ लाख किलोमीटरकी दूरी परका तापमान 10 लाख अंश या उससे भी ज्यादा है। किरीटावरण पर सूर्यके गुस्त्वाकर्षणका असर पड़ता ही है: इस आवरणकी वायुएँ गरम और चंचल न होतीं तो वे खींचकर सूर्यमे समा गई होतीं।

सूर्यका किरीटावरण सूर्यविवकी तरह प्रकाश नहीं देता है। वायु उत्पन्न होती है तब वह वैद्युतिक तरंगे उत्पन्न करता है। सूर्य परकी वायु गरम है और वह रेडियो-तरंगें उत्पन्न करती है। वायुकी घनताके अनुसार इन तरंगोंकी लम्बाई कम या ज्यादा रहती है। कम तरंगलम्बाईवाली छोटी तरंगे सूर्यविवसे निकलती हैं। ज्यादा तरंगलम्बाईवाली रेडियो-तरंगें किरीटावरणसे निकलती हैं। ये तरंगें छोटी तरंगोंकी अपेक्षा कमजोर हैं। फिर भी वे सदा-सर्वदा पैदा होती रहती हैं। छोटी तरंगोंका हाल वैसा नहीं है। सूर्यविव पर कलंक उभर आये या सूर्यका कोई हिस्सा अति उत्तप्त होकर अग्निमशालका रूप धारण करे तब छोटी तरंगे छूटती हैं। कलंक बड़ा हो तो तरंगोंकी प्रबलता बहुत बढ़ जाती है। ऐसे भीकों पर पृथ्वी परका रेडियो-व्यवहार अस्त-व्यस्त हो जाता है।

सूर्यका रेडियो-दर्शन चाक्षुष-दर्शनसे अलग प्रकारका है। सूर्यविवको हमारी आँखें चमकता हुआ देखती हैं जबकि रेडियो उसे काला समझता है। एक दर्शनभेद और भी है। नग्न आँखसे दिखाई देता सूर्यविव बीचमे तेजस्वी है मगर किनारेकी ओर कुछ निस्तेज होता है। रेडियो सूर्यविव वर्तुलाकार नहीं है। वह लंबवृत्ताकार दिखता है जिसका मध्य भाग नहीं किन्तु किनारा चमकीला है। रेडियो-सूर्यका व्यास चाक्षुष-सूर्यव्यास से 20 से 30 गुना है।

सौरजगतका रेडियो-दर्शन : ११५

सूर्य पर बड़ा कलक उत्पन्न होता है तब हमारे रेडियो-व्यवहारमें दसल पहुँचती है। व्यवहार टूट जानेका कारण सूर्यकी अग्निमशालोंमें से निकलनेवाली प्रजल किरणें हैं। पृथ्वीको चारो ओरसे घेरनेवाले वातावरणका एक स्तर आयनावरण है। यह स्तर विद्युत्तित वायुओंसे बना हुआ है। इस स्तरको पृथ्वीका रेडियो-दपण कहा जाता है। पृथ्वीसे छूटनेवाली रेडियो-तरंगें इस स्तरसे टकराती हैं और परावर्तनके बाद पृथ्वीकी ओर लौटती हैं। जिम दिन सूर्य पर बड़ा कलक उभरता है उम समय सूर्यकी अग्निमशालोंसे छूटनेवाली क्ष-किरणें आयनावरणको छिन भिन कर देती हैं। मिनटोंके भीतर ही इस आवरणका लोप हो जाता है और कभी-कभी लगे अरसे तक यह विलुप्त ही रहता है।



सूर्य पर अग्निमशालें उत्पन्न होते ही सबसे छोटी रेडियो-तरंगें (क्ष-किरणें व०) छूटना शुरू हो जाती हैं। बादमें लंबी तरंगें भी छूटने लगती हैं। सूर्यका किरीटावरण सब जगह एक-सा नहीं है। सूर्यसे अंतर बढ़ने पर वह पतला होता जाता है। इस आवरणके भी विविध

स्तर हैं और उनमें उत्पन्न होनेवाली रेडियो-तरंगें भिन्न-भिन्न तरंगलम्बाईकी रहती हैं। किरीटावरणका जो स्तर सूर्यसे अधिक दूर है उसमें उत्पन्न होनेवाली रेडियो-तरंगोंकी तरंगलम्बाई भी अधिक ज्यादा रहती है।

अग्निमशालें विद्युत्तित वायुको फूफकारती हैं। यह फूफकार सूर्यसे दूर सरकते समय उसके ससर्गमें आनेवाले किरीटावरणके विभिन्न स्तरोंको धक्का देता हुआ आगे बढ़ता है। और प्रबल भी इतना रहता है कि धक्के देनेके बाद भी वह विलुप्त नहीं हो जाता। किरीटावरणके पतले स्तरोंको पार करके जब वह अदृश्य सूर्यसे बाहर निकलता है तब उसका वेग बढ़ जाना है। हर सेकंड १६०० किलोमीटरके वेगमें वह अवकाशमें घँसता है और २४ मे ३६ घंटेके समयमें पृथ्वी तक पहुँच जाता है। उसके पृथ्वी तक पहुँचते ही वहाँकी रेडियो-आवाजें बढ़ हो जाती हैं।

हमने देखा कि किरीटावरण की वायु स्थिर प्रवृत्तिकी नहीं है। वह हमेशा फूफती रहती है। इतना ही नहीं वह अनिश्चयमें बढ़ती भी रहती है। बढ़ते हुए इस वायुप्रवाहको हमने सूर्यप्रवाह नाम दिया है। सूर्यमें बहनेवाला यह प्रवाह अपने साथ चुंबकीय क्षेत्रको भी घसीटता आता है।

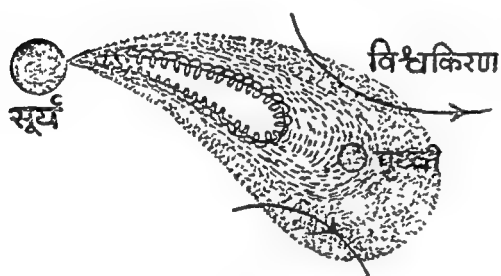
पृथ्वी पर विस्वकिरणोंकी वर्षा होती रहती है। ये किरणें किस प्रकार उत्पन्न होती हैं उसका रहस्य अभी तक नहीं जाना गया है। मगर उसे खोजनेके प्रयत्नोंमें एक नई बात शत हुई है। जब सूर्य पर काल और अग्निमशालें उत्पन्न होती हैं, तब पृथ्वी पर बरसनेवाली विस्वकिरणोंकी प्रवृत्ति कम हो जाती है। पृथ्वी परके चुंबकीय तूफानोंका सूर्य परके तूफानोंमें

लगाव है इसलिये माना जाता था कि चुंबकीय तूफानोंके समय पृथ्वीका चुंबकीय क्षेत्र बलवान बनता है और विश्वकिरणोंको पृथ्वी तक पहुँचानेके बजाय वह उनको दूसरी दिशामे मोड़ देता है। मगर प्रयोगों और परीक्षणोंसे नये तथ्योंका अन्वेषण हुआ है। यह अन्वेषण प्लास्माके चुंबकीय क्षेत्रका है।

तूफानोंके समय सूर्यके वातावरणमें से बाहर फेंका जाता हाइड्रोजन पृथ्वीके चारों ओर २४ से ३६ घंटे तक अपना आवरण बनाए रखता है। यह आवरण प्लास्माका है। सूर्य-क्षेत्रकी चुंबकीय रेखाओंको अपने साथ बहा ले जानेवाला प्लास्माका यह आवरण अपना अलग चुंबकीय क्षेत्र पैदा करता है। यह क्षेत्र कैसा होता है उसका चित्र साथमे दिया गया है। सूर्यकी हाइड्रोजन वायुमेसे अलग होनेवाले प्रोटोन चुंबकीय मार्ग पर सर्पिलाकारमे गति करते हैं। विश्व किरणें जब इन प्रोटोनोंसे टकराती हैं तो वे पृथ्वी तक पहुँचनेके बजाय पृथ्वीसे विमुख होकर अंतरिक्षमें चली जाती हैं।

अंतरिक्षके एक कोनेमे चुपचाप सरकनेवाला सूर्य वास्तवमे कैसी रहस्यमय ज्योति है इस बातका पता, हम उसके गहरे प्लास्मा-चुंबकीय क्षेत्रसे पा सके हैं। सूर्यके इस रहस्यके कारण आकाश और तारोंकी आंतरिक संरचना समझनेमे बहुत सहायता मिल रही है। सूर्यके प्लास्मा-अधिकारकी मर्यादा ज्यादासे ज्यादा प्लुटो तककी समझी जाय तो सूर्य-साम्राज्यकी मर्यादा १२

प्रकाश घंटेकी होगी। अंतरिक्षके कई एक तारे ऐसे हैं जिनकी प्लास्मा-अधिकार-मर्यादा ५ प्रकाशवर्षसे लेकर १५० प्रकाशवर्ष तककी है। इन तारोंके द्वारा उत्पन्न होनेवाले चुंबकीय क्षेत्रका और परमाणु-भंजनकी प्रक्रियाका अभ्यास सृष्टि-उत्पत्तिवादके प्रश्नको हल करनेमें सहायभूत होगा ऐसा माना जाता है।



सूर्यका प्लास्मा-क्षेत्र

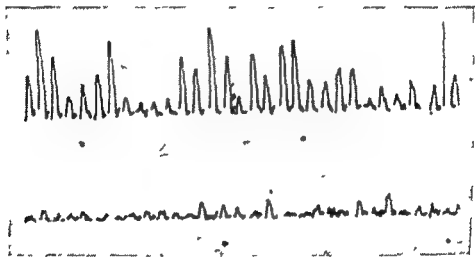
रूपहले प्रकाशवाला चन्द्र, सूर्यकी तरह गरम पदार्थ नहीं है। फिर भी

अच्छा-भला दिखनेवाला यह चंद्र वास्तवमें अनेक समस्याओंका भंडार है। उत्पत्तिसे लेकर उसके आज तकके इतिहासको समझना अभी बाकी है। और इस कारण उसकी अनेक बातोंका —वातावरण, चुंबकीय क्षेत्र, सतहका स्वरूप, चंद्रभूमिकी संरचना, सतहके तापमान और उसमें बार-बार होनेवाले फर्क, सतहकी किरणोत्सर्गता, चंद्रके अभ्यंतरमे उत्पन्न होनेवाले कंपन वगैरहका —अभ्यास किया जा रहा है। इस अभ्याससे प्राप्त जानकारी हमे चंद्रके नये रूपका परिचय दे रही है। चंद्र पर वातावरण नहीं है और इस कारण चन्द्र पर हवाकी रगड़का कोई असर नहीं पड़ा है। हवाके कारण होनेवाले सतह-परिवर्तन नहींके बराबर है। और यों चंद्र-सतहका अभ्यास पृथ्वीकी चट्टानोंकी संरचना समझानेमें काफी सहायता पहुँचायेगा। चंद्र-कवच कितना मजबूत है और उसके नीचे कौन-से ठोस स्तर आये हुए हैं वगैरहके अभ्याससे चंद्र-उत्पत्तिके बारेमें नया प्रकाश मिलनेकी संभावना है।

सौरजगतका रेडियो-दर्शन : ११७

चंद्रको हम ठंडा और जीवनरहित मानते हैं। मगर संपूर्ण ठंडी कोई चीज विश्वमें नहीं है। संपूर्ण ठंडे पदार्थका तापमान— 273 से होता है। जिसे हम ठंडा समझते हैं उस शिथिल हाइड्रोजनके कण भी किसी प्रकारसे स्पंदित होकर रेडियो-तरंगें उत्पन्न करते हैं।

चंद्र एक बड़ा पदार्थ है। और इसी कारण उसकी मद रेडियो-तरंगोंको पकड़ना संभव बना है। हमें जो चंद्रका ज्योत्स्ना-प्रसाद प्राप्त होता है वह चंद्रकी बाहरी सतहकी उपज है। रेडियो-तरंगें चंद्रकी सतह परसे नहीं किन्तु सतहके नीचेके भागमें आती हैं। ये तरंगें पूर्णिमाके दिन नहीं उठती हैं। चंद्र परके रेडियो-संकेत पूर्णिमाके बाद चौथे दिन मिलते हैं। चंद्र-सतहको प्राप्त हुई गरमी इन चार दिनोंमें उसके नीचेके स्तरोंमें पहुँचती है और वहाँके पारमाणविक रेडियो-ट्रान्स्मिटीटरोंको वह विद्युत् करती है। चंद्रमें हम तब पहुँचनेवाली रेडियो-तरंगोंके द्वारा चंद्रमाकी आन्तरिक संरचनाके बारेमें बहुत कुछ अच्छी जानकारी पानेकी उम्मीद रखी जाती है।



चंद्र-संकेत

मनुष्य निम्न रेडियो-मकेतोंकी चंद्र तक भेजकर, उनके परावर्तनोंकी सहायतामें चंद्र-अन्तर प्राप्त करनेके उपरान्त पृथ्वीके बारेमें भी थोड़ी जानकारी प्राप्त की गई है। चंद्र परसे परावर्तित होनेवाले रेडियो-संकेतोंकी तीव्रता एक-सी नहीं होती है। वे कभी प्रबल तो कभी निर्बल मालूम होते हैं। इसमें कारणभूत हमारी पृथ्वीका वातावरण है। वह कभी एक-सा नहीं रहता है। उसके स्तर बदलते रहते हैं। तारोंका प्रकाश हमें मिलमिलाता मालूम होता है उसी तरह उपर्युक्त रेडियो-संकेत भी धिक्कते मालूम होते हैं।

चंद्र तक पहुँचकर रेडियो संकेतोंकी पृथ्वी तक वापस आनेमें $2\frac{1}{2}$ सेकंडका समय लगता है। रेडियो-संकेतोंके आगँवों परसे यह भी मालूम हुआ है कि ये संकेत हर पंद्रह मिनटकी ११८ ब्रह्मांड दर्शन

अवधिमें महत्तम प्रचलता दिखाते हैं। इन सारी बातोंकी मददसे पृथ्वी और चंद्रके बीचवाले अवकाशमें वायुओंके कौनसे कण किन परिमाणमें अवस्थित हैं वह जाननेका और उसकी सहायतासे पृथ्वीसे दूरके वातावरणीय स्तरोंमें किस प्रकारका हवामान विद्यमान है उसकी जानकारी प्राप्त करनेका संभव हो सका है।

प्रकाशका परावर्तन चंद्रकी सारी सतह परसे होता है। रेडियो-संकेतोंकी बात वैसी नहीं है। रेडियो-संकेतों (अलवृत्ता मनुष्यनिर्मित)का परावर्तन चंद्रकी सतहकी गोलाईके बीचले भागसे होता है। इस हकीकतका एक व्यवहार्य उपयोग चंद्र पर रेडियो-संदेश भेजकर उसे पृथ्वीके दूसरे भागमें प्रसारित करनेका हो रहा है। चंद्र संदेश-परावर्तकका काम देता है।

रेडियो-दूरवीनका खास काम आकाशीय पदार्थोंकी आवाजोंको पकड़कर उनके उद्गमोंका पता लगानेका और बहुत छोटे अंतरों तक रेडियो-संकेत भेजकर उनको वापस ग्रहण करनेका है। चंद्र तक रेडियो-संकेत भेजकर और उसके परावर्तित स्वरूपको वापस झेलकर चंद्रकी हमसे दूरी मालूम की गई है। ठीक उसी तरहके रेडियो-संकेतोंके द्वारा बुध, शुक्र, मंगल और गुरु ग्रहों के अंतर भी निश्चित किये गये हैं। ये अंतर अन्य पद्धतियों से भी प्राप्त किये गये थे। नई पद्धति द्वारा प्राप्त अंतरोंसे उनकी पुष्टि हुई है। और यों उपर्युक्त सारे अंतर निश्चित हो जानेसे सूर्यमंडलके सदस्योंके एकदूसरेसे अंतर अब स्पष्ट हो गये हैं। इतना ही नहीं अंतरिक्षीय इकाई (Astronomical Unit) भी अब निश्चित हो गयी है।

अंतर नापनेके साधनोंकी सूक्ष्मता उत्तम प्रकारकी रही है। एक दृष्टांतसे वह स्पष्ट हो जायेगा। चंद्र तक पहुँचकर वापस पृथ्वी तक लौटनेमें रेडियो-संकेतको $2\frac{1}{2}$ सेकंड, शुक्रके लिये ४ मिनट और गुरुके लिये ६६ मिनटका समय लगता है। शुक्रका समय चंद्र समयसे करीब १०० गुना और गुरुका समय करीब १६०० गुना है फिर भी रेडियो-संकेतोंने अपना काम किया है। ग्रहोंकी दूरीके अलावा उनके स्वरूपोंके बारेमें भी रेडियो-संकेतोंने जानकारी दी है। केवल $2\frac{1}{2}$ सेकंड के अति अल्प समयमें लौटनेवाले रेडियो-संकेतोंका पृथक्करण करनेवाले यंत्रोंकी सूक्ष्मता और उत्तमता प्रशंसाके योग्य है।

ग्रहोंके साथ सन् १९६३ में रेडियो-संव्यवस्थापित हो सका है। प्राप्त जानकारीसे शुक्रकी सतहका और उसके निकटके शुक्र-वातावरणका तापमान मालूम करनेका प्रयत्न हुआ है। पता चला है कि शुक्रकी सतहका तापमान ठीक ठीक-ऊँचा है। यह दिखलाता है कि शुक्र-भूमि चट्टानोंसे बनी होनी चाहिये।

बुधके अक्षभ्रमण-कालकी भी छानबीन की गई है। शुक्र पर हमेशाके लिये बादलोंके आवच्छादित रहनेके कारण उसका अक्षभ्रमण-काल नापनेका काम अत्यंत मुश्किल है। फिर भी नये साधनोंके आविष्कारसे सन् १९६६ में पता चला है कि शुक्रके अक्षभ्रमणके और सूर्य-परिक्रमाके समय एक-से नहीं हैं। शुक्रका अक्षभ्रमण-काल २४३ दिनका और परिक्रमण-काल २२५ दिनका है।

इसके अलावा शुक्रके ध्रुवोंकी अनस्थितिके और गतिके बारेमें भी संशोधन हुआ है।

सौरजगतका रेडियो-दर्शन : ११९

जीवसृष्टि की समावनावाले मगल ग्रह पर पानी है यह निश्चित रूपसे जाना गया है। मगल पर पानी की भाषका क्या दवाव है वह भी खोजा गया है। मगर मगल पर किस प्रकार की जीवसृष्टि है उसके बारेमें निश्चित रूपसे कुछ नहीं कहा जा सकता। हाँ, मगल की जीवसृष्टि के बारेमें जो छानबीन हो रही है उसमें एक नया शिगूफा खिला है। मगल पर जो काले प्रदेश हैं उनको आज तक पानी और वनस्पतिवाली जगहें माना जाता था, मगर अब उनके उच्च प्रदेश होनेका पता चला है। मगल की चमकीली समतल भूमिका अब घूल या रेतीके रेगिस्तान होनेका पता चला है। इस भूमिसे १० से १५ किलोमीटर ऊँचाईके उपर्युक्त उच्च प्रदेश समतल चोटोवाली चट्टानें हैं। मगलसृष्टि की भनोहर मगल कल्पना इन खोजोंमें हवा तो न हो जायगी न ?

गुरु स्वयं एक रेडियो-उद्गम है। वह प्रबल सकेतोंको जन्म देता है। गुरु पर अनेक किलोमीटरकी ऊँचाईका गहरा वायु-आवरण है। उपर्युक्त रेडियो-मनेत इस आनावरणमें उत्पन्न नहीं होते हैं। वे गुरु की मुख्य भूमि पर पैदा होते हैं। ये सकेत अगड रूपसे नहीं हैं, वे थोड़े-थोड़े समयके बाद विस्फुरित होते हैं और गुरुके वायुमण्डलको पार करके पृथ्वी तक आ पहुँचते हैं। इसका एक मतलब यह हो सकता है कि गुरु की भूमि पर ज्वालामुखी पर्वतके फटने जैसे या बिजलीके तूफानोंके प्रकारके तूफान चलते हैं। ये उत्पात बहुत भारी होनेका मबूत गुरुके आस-पासके चुम्बकीय क्षेत्रमें मिलता है। पृथ्वीके चारो ओर वान एलन पट है उसी तरह गुरुके आसपास भी एक पट है और उसमेंसे विकिरण होता रहता है। गुरुके उत्पातोंका कारण क्या

है उसका जवाब अभी तक नहीं आया है। गुरु की आंतरिक संरचना ही इसका कारण हो सकती है। गुरु परका ज्वालामुखी पर्वतोंका अस्तित्व 'ठंडा चेतन विहीन' माने गये गुरु ग्रहका 'गुरुग्रह' पद नाबूद करके उसे उपर्युक्त पद पर आरुढ़ तो नहीं करेगा न ?



बर्नार्ड लोवेल

हमारी पृथ्वी पर दिन-रात विश्वविकिरणोंकी वर्षा होती रहती है। भारी सामर्थ्यवाली ये किरणें कहाँ जन्म पाती हैं वह अभी तक खोजा नहीं जा सका है। बर्नार्ड लोवेलने विश्व-किरणोंको राडारसे पकड़नेकी ओर उनका अभ्यास करनेकी ठानी। उसने अपने प्रयोग शुरू किये।

विश्व-किरण विद्युतित हैं और प्रकाशके वेगमें गति करते हैं। लोवेलने सोचा कि भारी वेगवाले ये कण हवाको पार करे तब विद्युतित हवामागसे रेडियो-प्रतिध्वनि उठनी चाहिये और रेडियो-निरीक्षकके द्वारा वह पकड़ी जानी चाहिये। लोवेलने कुछ प्रतिधियोंका पता लगाया भी सही।

मगर वात कुछ और ही निकली। लोवेलने जिसका पता लगाया था वे प्रतिध्वनियाँ विश्वविकिरणोंकी नहीं मगर अंतरिक्षमें जलकर खाक हो जानेवाली उत्काजोंकी थी। दूसरे वैज्ञानिकोंने भी इस तरहके प्रतिधियोंका पता लगाया था मगर उनके अभ्यासकी ओर किसीने ध्यान नहीं

दिया था। लोवेलने दिन-दहाड़े उल्काओंका अभ्यास शुरू किया। उसे मालूम हुआ कि कभी एकाध दो उल्कायें दिखाई पड़ती हैं तो कभी एक घंटेमें हजारों उल्कायें नजर आती हैं।

अब सवाल उठा कि उल्का सूर्यमंडलकी सदस्या है कि वह कहीं बाहरसे आ घमकती है? इस प्रश्नको हल करनेके लिये अनेक उल्काओंके वेगोंका और उल्कामार्गोंका निरीक्षण किया गया और बादमें तय किया गया कि उल्का सूर्यमंडलकी ही सभासद है।

आकाशमें जलती दिखाई देती उल्का और पृथ्वी पर आ गिरनेवाली उल्का (उल्का-पत्थर) एक ही है या अलग यह भी शोधका प्रश्न है। उल्काकी उत्पत्ति अकेले धूमकेतुओंसे ही होती है या अन्य तरीकोंसे भी यह भी एक प्रश्न है। प्रो. ऊरीने एक अनुमान किया है। वह कहते हैं कि अति प्राचीन कालमें चंद्र सरीखे अवकाशीय पदार्थ सूर्यके चारों ओर घूमते थे। वे सभी एकदूसरेसे ज्यादा निकट भी थे। और इस कारण उनके बीच मुठभेड़ होती रहती थी। फल यह हुआ कि उपर्युक्त अवकाशीय पदार्थ टूट गये और उल्काओंकी उत्पत्ति हुई। पृथ्वीके वातावरणमें प्रवेश करनेसे पहले उल्का गरम हो जाती है इस अनुमानके आधार पर प्रो. ऊरीने उपर्युक्त सूचन किया है।

उल्कासे पृथ्वीके वायु-आवरणका ऊपरका भाग विद्युत्तित होता है। उल्का जल जानेके बाद अवशिष्ट विद्युत्तित वायु किस प्रकार सरकती रहती है उसकी जानकारी प्राप्त करने पर पृथ्वीके ऊपरके वातावरणमें वहनेवाले पवनोंका अभ्यास किया गया है। आशा है कि यह अभ्यास हवामानकी गुत्थियाँ मुलझानेमें सहायक होगा।

चंद्र पर और पृथ्वी पर गिरे हुए उल्का-पत्थरोंकी तुलना करके, सूर्यमंडलकी उत्पत्ति और उत्क्रान्तिका रहस्य पानेका खगोलशास्त्री प्रयत्न कर रहे हैं। उसमें सफलता मिलने पर आजतकको संजोयी हुई हमारी अवूरी समझका उल्कापात हो जाना असंभव नहीं।

१६. आभासीन तारे और स्फोटक विश्व

रेडियो-उत्सर्गी ज्योतियोंकी खोज चल रही थी तब कुछ ऐसी ज्योतिया दिवाई दी जो विपुल मात्रामें ऊर्जा-उत्सर्ग करती थी। इन ज्योतियोंको हमारे आकाशीय पदार्थोंने अलग समझनेके लिये चाक्षुष-दूरबीनोंका उपयोग किया गया मगर बन्धेपण-स्थानमें निर्दोष ताराक्षेत्रके सिवा और कुछ नजर न आया। दूरबीनके साथ वर्णविश्लेषक लगाया गया तब मालूम हुआ कि भारी ऊर्जा-उत्सर्ग करनेवाला पदार्थ हमने दूर जवकानमें मरक रहता है और मो भी अत्यंत वेगमें। हमसे दूर-मुदूरके अनगिनीय पदार्थ ताराविश्वके सिवाय और कौन हो सकते हैं? मगर ताराविश्व दूरबीनमें पकड़े जाने चाहिये थे। मुश्किल इस बातकी थी कि जिस पदार्थकी खोज चल रही थी वह ताराविश्व न था फिर भी वह रेडियो-उत्सर्गी पदार्थ था। यही नहीं, उसका ऊर्जा-उत्सर्ग किसी रेडियो विश्वके ऊर्जा-उत्सर्गमें बहुत ज्यादा था। हम अनुमान कर सकते हैं कि उपर्युक्त रेडियो-उत्सर्गक अगर ताराविश्व नहीं है तो वह ताराविश्व-समूह हो सकता है। मगर यह अनुमान ठीक न था। दिवाई देनेवाला पदार्थ वास्तवमें ताराविश्व नहीं मगर तारे जैसा ही था। आश्चर्यकी बात यह थी कि तारे जैसा होने हुए भी यह पदार्थ किसी भी ताराविश्वके हिमाक्षमें अनेक गुना ऊर्जा-उत्सर्ग कर रहा था। इतना ही नहीं वह बहुत दूर ब्रह्मांडकी सिवान पर बैठा था। प्रचंड ऊर्जा-उत्सर्गवाले इन छोटे ज्योतियोंको खगोलशास्त्रियोंने आभासीन तारा-रेडियो-उद्गम (Quasi stellar radio source) कहा जो आम तौर पर क्वासार (Quasar) नामसे प्रसिद्ध हुए हैं।

क्वासारोंकी खोज शुरू हुई मन् १९६० में। ३ सी ४८ नामका आकाशीय पदार्थ तब क्वासार होनेका मालूम हुआ था। मन् १९६३ में हमारे क्वासारका पता चला। यह ३ सी २७३ नामका अवकाशी पदार्थ था। मालूम हुआ कि यह क्वासार सामान्य ताराविश्वसे ८०० गुना तेजस्वी है। ब्रह्मांडकी सिवान पर ऐसा तेजस्वी पदार्थ हो और वह भी अत्यंत छोटा तारा हो यह बात बहुत कुछ असंभवित सी मालूम होती है। दूरत्वके हिसाबसे वह ताराविश्व ही हो सकता है अथवा उसका दूरत्व गलत है या वह खुद गलत ज्योति है। मगर यह तय करना कैसे? वर्णविश्लेषक स्पष्ट बता रहा था कि क्वासार प्रचंड वेगमें हमसे दूर भाग रहा है। क्वासार क्या है उसे समझनेका अब एक ही रास्ता था उसके निरीक्षणोंमें उसकी तेजस्विता और उसमेंसे प्रकट होनेवाली ऊर्जाका अध्ययन करना। इस बीच हमारे क्वासार भी खोजे गये और निरीक्षणकार्य मरल होता गया। बादमें मालूम हुआ कि क्वासारोंके तेज और ऊर्जा-उत्सर्ग एक में नहीं रहते हैं। उनमें ज्वार-भाटा आता है और यह कब महीनों, सप्ताहों या कभी थोड़े दिनोंकी छोटी अवधिमें भी महभूष किया जाता है।

१२२ ब्रह्मांड दर्शन

करोड़ों प्रकाशवर्षकी दूरीवाले अंतरिक्षीय पदार्थ उपर्युक्त प्रकारका विकार नहीं जता सकते हैं। यों एक सवाल पैदा हुआ—क्या क्वासार सचमुच अत्यंत दूरकी ज्योतिर्वा हैं? आभासीन तारोंके रूपमें वे हमारे मनमें कोई गलत आभास उत्पन्न तो नहीं करते हैं? वर्णविश्लेषक कोई धोखा नहीं खा रहा है?

क्वासार दूरके अंतरिक्षीय पदार्थ हों या न हों एक बात निश्चित है कि वे सारे तारे जैसे दीखते हैं और भारी ऊर्जा-उत्सर्ग करनेवाले तेजस्वी पदार्थ हैं। अपने मंदाकिनी विश्वमें या दूसरे ताराविश्वोंमें ऐसे तारे नहीं हैं। हो सकता है कि वे किसी अदृष्ट ताराविश्वके सभासद हों।

कुछ भी हो, क्वासार क्या है, उसका अन्वेषण करना जरूरी था। और वर्णविश्लेषककी सहायता लेनेके सिवा दूसरा चारा भी क्या था? वर्णविश्लेषक अंतरिक्षीय पदार्थोंके विचलनके अलावा उन पदार्थोंकी आंतरिक संरचनाकी भी जानकारी देता है। क्वासारोंके वर्णपटोंको जाँचने पर मालूम हुआ कि वे तारोंके वर्णपट नहीं हैं, वे ताराविश्वोंके वर्णपट हैं!

मुसोवतमें आटा गोला। ताराविश्व मगर आयतन तारेका!!

सन् १९६३ से ६६ तक १२० क्वासार खोजे गये हैं। मगर वे सारे रेडियो-उद्गम नहीं हैं। विश्वात खगोलज्ञ सान्डेब्रने पता चलाया कि सभी क्वासार प्रबल अल्ट्रावायोलेट विकिरण करते हैं मगर उनमेंसे अविकाश गांत क्वासार हैं। आवुनिक अटकल यह है कि रेडियो-उद्गम क्वासारोंकी अपेक्षा गांत क्वासारोंकी संख्या करीब १०० गुना है। इसका सीधा-सादा अर्थ यह होता है कि ठेठ १८ वे वर्ग तकके क्वासारोंकी गणना की जाय तो समग्र ब्रह्मांडके क्वासारोंकी कुल संख्या ४०,००० होगी।

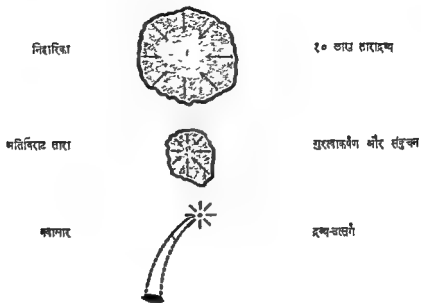
परिचित क्वासारोंका रक्तविचलन १६ प्रतिशत से २०० प्रतिशत तक है। सबसे तेज गतिवाले ताराविश्वका रक्तविचलन ४६ प्रतिशत है। इसका मतलब यह हुआ कि २०० प्रतिशतवाले क्वासार ब्रह्मांडकी सिवानके बाहरके पदार्थ हैं। मगर यह बात बुद्धिगम्य नहीं है। क्वासारोंकी द्रव्य घनतासे कुछ निर्देश मिलना शक्य है क्या?

क्वासारोंका वर्णपट क्वासारोंमें हाइड्रोजन, हेलियम, कार्बन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, नियोन, मैग्नेशियम, सिलिकोन, आर्गन और गंधक होनेका निर्देश करता है। इन तत्त्वोंकी वर्णरेखाओंकी प्रबलताको देखकर क्वासारोंके तापमान और द्रव्यघनताका अंदाज लगाया जा सकता है। अंदाजोंसे मालूम हुआ है कि क्वासारका तापमान कुछेक दस हजार अंशका है और उनकी कण-घनता हर घनसेन्टिमीटरमें १०^६ से १०^{१०} कणोंकी है। हमारे सूर्यकी कणघनता हर घनसेन्टिमीटरमें १०^{१६} कणोंकी है। सूर्यका तापमान केवल ६०००° सें. ही है। यों हम देख पाते हैं कि क्वासारकी संरचना ताराविश्वकी नहीं मगर तारे (या निहारिका) की-सी है।

क्वासारके बारेमें एक अतिरिक्त लक्षणका अभी पता लगा है। कई एक क्वासारोंके वर्णपटमें शोषक रेखायें दिखाई पड़ी हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि उन क्वासारोंके चारों ओर कम तापमानवाला द्रव्य उपस्थित है और क्वासारोंमें से प्रकट होनेवाले प्रकाशको वह सोखता है।

उपर्युक्त सारी चर्चाका मार यह है कि बहुत ज्यादा रक्तविचलन दर्शानेवाले क्वासार अति वेगमे अवकाशमें गति करनेवाले विशिष्ट पदार्थ हैं या हमें अपरिचित किसी अत्यंत प्रबल चुंबकीय क्षेत्रको पार करके उनका प्रकाश हम तक पहुँच रहा है। इस दूसरी शक्यताके अनुसार चुंबकीय क्षेत्रको पार करनेके लिये क्वासारके किरणोत्सर्गका ऊर्जा-ह्रास होगा। ऐसा होने पर उसकी तरंगदैर्घ्य बढ जायेगी। मतलब कि क्वासारके द्रव्यसंचयका अतर्शमन (Implosion) होगा।

अतर्शमन नीचे अनुसारका हो सकता है।



साधारणतः अनेक सूर्यद्रव्य धारण करनेवाली निहारिकाका द्रव्य संकुचता है तब वह अलग-अलग टुकड़ोंमें विभक्त हो जाता है। इन टुकड़ोंमें से सारोकी उत्पत्ति होती है। कल्पना कीजिये कि किसी निहारिकाका द्रव्य संकुचनेके समय टुकड़ा टुकड़ा हो जानेके बजाय एक बड़े ज्योतिके रूपमें छोटा होना है और उसके संकुचनेका काम प्रतिफल चलता रहता है। हो सकता है कि यह संकुचन अमुक हद तक चलकर निहारिकाको बहुत छोटी (अलवत्ता अति विराट तारे जैसी) बना देगा। ऐसी परिस्थितिमें निहारिका-द्रव्य प्रबल गुरुत्वाकर्षणको जन्म देगा और वह निहारिकाके दुःखका कारण बनेगा। उस समय निहारिकाका (अतिविराट तारेका) द्रव्य-रूप फलटने लगेगा। प्रबल गुरुत्वाकर्षणके कारण निहारिकाका द्रव्य उसके केन्द्रभाषकी ओर घँसना शुरू हो जायगा। द्रव्यके घँसनेका वेग भी प्रबल होनेका। परिणाम यह होगा कि निहारिकासे अतिविराट तारेका रूप प्राप्त करनेवाली ज्योति बहुत संकुचित हो जायगी और करीब सूर्यके आयतनका तारा बन जायगी। मगर उस वक्त वह केन्द्रकी ओर घँसते रहते सारे द्रव्यको अपनेमें नहीं समा सकेगी। और तब होगा यह कि घँसनेवाला वेगो द्रव्य केन्द्रको पार करके

आगे निकल जायगा ! ताराद्रव्यके अंतर्शमनकी और वहिर्वहनकी क्रियाओंके कारण क्वासारों का रक्तविचलन बहुत ज्यादा होनेका समझा गया है।

मगर यह हुई कोरी सैद्धान्तिक बात।

क्वासारोंके लिये वह दो कारणोंसे अस्वीकार्य ठहरती है। (१) उपर्युक्त घटनाका समय बहुत ही कम होनेका और (२) निहारिकासे बने क्वासारकी कणघनता बहुत ज्यादा होनेकी। मगर क्वासारोंकी कणघनता सूर्यकी कणघनतासे भी कम है।

यों अंतर्शमनकी क्रिया क्वासारोंको लागू नहीं होती है।

छोटा पदार्थ, अति तेजस्विता, बहुत भारी रक्तविचलन वगैरह क्वासारों की बातोंने खगोल-शास्त्रियोंके लिये मुश्किलें खड़ी कर दी हैं। अब यह अनुमान किया जाता है कि तारा-विश्वोंमेंसे बाहर फेंके गये द्रव्यसे क्वासार बने हैं। अवकाशमें कई स्थानों पर रेडियो-उत्सर्गों दो क्वासारोंके बीच निर्दोष ताराविश्व बैठा हुआ नजर आता है। वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि इसी ताराविश्वने द्रव्यका उत्सर्ग किया है और अब वह अपना स्थिरत्व संभाल रहा है।

उपर्युक्त ऐसी और बातोंके आवार पर क्वासारोंको अब ब्रह्मांडकी सिवानकी ज्योति नहीं मानी जाती हैं। और इस कारण, आजतक माने गये स्थिर सिद्धान्तोंका भी परिशोधन करनेकी जरूरत पैदा हुई है। इन सिद्धान्तोंमें आंतर-वेगका नियम और हबलके स्थिरांक मुख्य हैं। क्वासारोंने आंतर-वेगके नियम-विभंगकी ओर अंगुलिनिर्देश किया है और ज्यादा रक्तविचलन दर्शानेवाले हबल-स्थिरांकको संस्कारनेकी भी चितावनी दी है।

मगर तब स्फोट करनेवाले ताराविश्वोंकी हालतका क्या? अपनेमेंसे बाहर द्रव्य फेंकने-वाले ताराविश्व गुरुत्वाकर्षणीय विपादसे दुःख न पाते होंगे क्या? समयके पक्षों और प्रकाशकी आँखोंके द्वारा दीख पड़नेवाली यह हकीकत अब किस प्रकारका आकर ले रही है? वगैरह प्रश्न उठना स्वाभाविक है।

यहाँ हम स्फोटक ताराविश्वोंकी चर्चा करेंगे।

अवकाशमें ऊर्जाके विकिरण हुआ करते हैं। विश्वविकिरणें उनमेंसे एक रहस्यमय विकिरण है। पिछले पचास वर्षोंसे खगोलशास्त्री और भौतिकशास्त्री उनका भेद पानेके प्रयत्न कर रहे हैं मगर विश्वविकिरणोंके उद्भवके बारेमें, आजतक, निश्चित रूपसे कुछ नहीं जाना गया है। शुरू-शुरूमें माना जाता था कि विश्वविकिरणें परम स्फोटक तारोंसे उत्पन्न होती हैं और अवकाशमें फैलती हैं। मगर यह साबित नहीं हो सका है। कुछ वैज्ञानिकोंका अनुमान है कि सूर्य जैसे तारोंमेंसे उत्पन्न होनेवाले न्यून गतिकण धीरे-धीरे वेग बढ़ाते हैं और आकाशगंगाके बहुत स्थानोंमें, घात-आघातकी प्रक्रिया सहते हुए वे आखिरमें विश्वविकिरण हो जाते हैं। मगर यह मत सर्वमान्य नहीं हो सका है। कई खगोलशास्त्री ताराविश्वोंके केन्द्रभागोंमें होनेवाले विस्फोटोंको विश्वविकिरणोंका जन्मदाता मानते हैं तो दूसरे रेडियो-विश्वोंको इस बारेमें जवाबदेह समझते हैं। सिन्क्रोट्रॉन-प्रद्वति द्वारा उत्पन्न होनेवाली रेडियो-तरंगोंको जन्म देनेवाले विद्युत-

कण रेडियो-विश्वके चुबकीय क्षेत्रमें छटवते रहते हैं और अपने प्रकारके दूसरे कणोंके साथ मिलकर विश्वकिरणोंके रूपमें अवकाशमें यात्रा करते हैं ऐसा वे मानते हैं।

अवकाशमें अनेक रेडिया-विश्व मौजूद हैं। उनमेंसे बहुतसे विश्व मिन्कोट्रोन-पद्धतिमें ऊर्जा-विकिरण करते हैं। इन सभीको विश्वकिरणोंके जन्मदाता समझा जाय तो इन विश्वोंके केन्द्र-भागोंमें भारी विस्फोट होते रहनेका मानना होगा। बिना विस्फोटोंके विश्वकिरणोंका उत्पन्न होना और समग्र ब्रह्माण्डमें फैल जाना असंभव है।

मगर क्या इस बातका कोई सबूत मिल सका है? कोई ताराविश्व विस्फोट करने मालूम हुआ है?

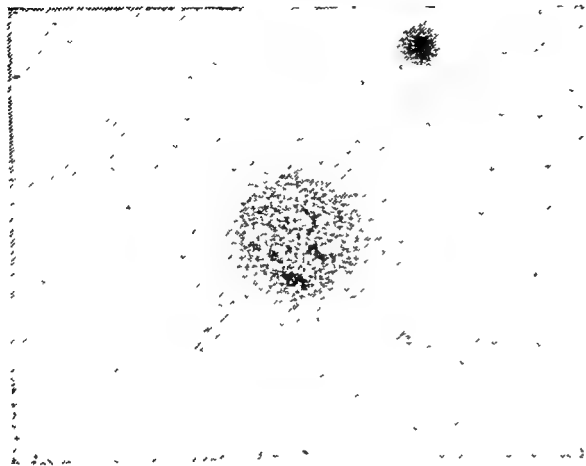
स्कोटलैंड ताराविश्व रेडियो-विश्व होना चाहिये यह निश्चित करनेके बाद भी रेडियो-निरीक्षणोंमें किसी स्कोटलैंड विश्वका पता न लग सका था। स्कोटलैंड ताराविश्व खोजा गया सन् १९६१ में और वह भी आकस्मिक रूपमें। ३ सौ २३१ नामका एक रेडियो उद्गम ताराविश्व में ८१ के नजदीक है। इस रेडिया-उद्गमकी छानबीन हुई रही थी। वह उद्गम जो रेडियो-उत्सर्ग करता है वह बहुत कमजोर है और इसी कारण उसका निश्चित स्थान तय नहीं हो पाता था। सन् १९६१ में पहले, मे ८१ ताराविश्व ही उपर्युक्त रेडियो-उद्गम होनेका माना जाता था मगर नये अन्वेषणोंमें स्पष्ट हो गया कि ३ सौ २३१ का लगाव मे ८१ से नहीं मगर मे ८१ के अति निचट आये हुए छोटे और निम्नतम मे ८२ नामके ताराविश्वके साथ है।

मे ८२ ताराविश्वका अन्वेषणामक अभ्यास सन् १९१० में शुरू हुआ था। १५० में भी व्यासवाली दूरबीनमें लिये गये इस विश्वके फोटोमें उसका वायुस्वरूप ही नजर आता था, उसके तारोंको अलग नहीं देखा गया था। हा, एक और बात है। उपर्युक्त फोटो में ८१ की एक बिगिप्टा बतलाते थे। वह थी उसकी घूल मरी बीधियायें। तबुएँ आकारके इस तारा-विश्वके बीचके भागमें ये बीधियायें दीवनी थीं और उनसे ऊपरका और नीचेका ताराविश्वका घोंघा भाग तनुमय स्वरूपका दीवता था। मगर इसकी उस समय किसीने कोई धिना न की थी। ५०० में भी वाली दूरबीन तैयार होनेके बाद मे ८२ के फोटो लिये गये थे मगर उस समय भी उसके स्वरूपके बारेमें किसीने कोई अन्वेषणामक प्रवृत्ति न चलायी थी। यह हुई सन् १९४९ की बात। उसके बादके बाद मे ८२ की पुरानी फोटो प्लेटोंके आधार पर उसका ज्यादा निरीक्षण करना तय हुआ। इस निश्चयके मूलमें मे ८१ रेडियो-विश्व जाहिर होनेकी बात थी।

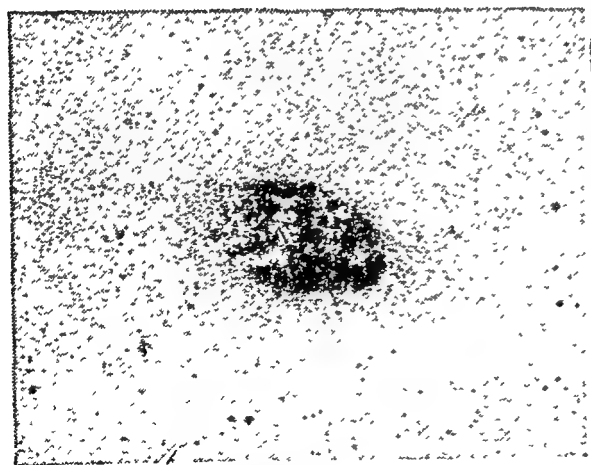
५०० से भी व्यासवाली हृदल दूरबीनमें सन् १९६२ में मे ८२ की छत्रियाँ ली गयीं। विशिष्ट युक्ति-प्रयुक्तिमें प्राप्त की गई इन छवियोंमें मालूम हुआ कि मे ८२ के बाहरके भागका तनुमय स्वरूप जटिल प्रकारका है और वह मे ८२ के विश्वतलसे १४००० प्रकाशवर्ष तक दूर अवकाशमें फैला हुआ है (देखिये प्लेट ८)। करीब इसी समय ३०० में भी वाली लिव वेधशालाकी दूरबीनमें प्राप्त किये गये इसी ताराविश्वके वर्णपट्टमें मालूम हुआ कि मे ८२ के उपर्युक्त दो उपागमोंस एक हमारी ओरकी गति करता है और दूसरा हमसे

दूरकी। इसका अर्थ यह हुआ कि यह ताराविश्व या तो स्फोटक विश्व है या अंतर्गमनक विश्व है। वादके निरीक्षणोंसे और संशोधनोंसे मालूम हुआ कि ताराविश्वका द्रव्य उसके केन्द्रसे बाहरकी ओर बँसता है और यों वह एक स्फोटक ताराविश्व है।

मे ८२ को स्फोटक ताराविश्व करार देनेके बाद उसका विशेष अन्वेषण गुरु हुआ। इसी दौरानमें, उसके तंतुमय छोर हर सेकंडमें १००० कि. मी. के वेगसे अवकाशमें गति करते



३ सी २७३



अन जो सी ४६५१

ले तो मे ८२ को प्रवल चुंबकीय क्षेत्रवाला ताराविश्व समझना होगा। अन्वेषणोंसे अब मालूम हुआ है कि मे ८२ के इर्दगिर्दका विश्वकिरणोंका अभिवाद पृथ्वीके उसी तरहके अभिवादसे १००० गुना प्रवल है।

दिखाई पड़े। वैज्ञानिकोंने उनके वेगका हिसाब लगाकर उनकी गतिकी गुरुत्वात्त कब हुई होगी—मे ८२ का विस्फोट कब हुआ होगा—उसका अंदाजा भी लगाया है। मे ८२ का विस्फोट आजसे १५ लाख प्रकाशवर्ष पहले हुआ था यह अब निश्चित हुआ है। मे ८२ हमसे ११५ लाख प्रकाशवर्षकी दूरी पर है। ताराविश्वोंकी सामान्य उम्र १० अरब वर्षकी कृता जाय तो मे ८२ का विस्फोट केलकी ही बात माना जायेंगे!

मे ८२ का तंतुभाग आयनित हाइड्रोजनसे घना मालूम हुआ है। विश्वतलसे १४,००० प्रकाशवर्ष दूर आया हुआ वायु किस तरह आयनित हुआ होगा? वहाँ अति नीले गरम तारे हैं ही नहीं! मतलब कि वह किसी दूसरी प्रक्रियासे आयनित होता है। एक प्रक्रिया सिन्कोट्रोन है। मे ८२ के वायुओंको सिन्कोट्रोन प्रक्रियासे आयनित हुआ मान

मे ८२ के बाद हमारे भी स्फोटक ताराविस्फोटा पता चला है। इनमेंसे एक ३ सी २७३ (क्वासार) है। इस ताराविस्फोटा एव ओर वायुधारा निकली है और अवकाशमें वह डेढ़ लाख प्रकाशवर्ष तक पहुँच गई है। दूसरा ताराविस्फोटा एन जो सी ४६५१ है। इसके आगे-आगे दोनों ओर दो वायुधारणें निकली हैं जो अवकाशमें ५०,००० प्रकाशवर्ष तक पहुँचती हैं।

स्फोटक ताराविस्फोटाके अभ्यासमें नये सिद्धान्त प्रस्थापित हो सके हैं। उनमेंसे एक सिद्धान्त दर्शाता है कि तितर-वितर द्रव्य जब सकेन्द्रित होने लगता है तब गुह्यवाच्य सचयनितवा उत्पन्न होता है। अक्षभ्रमण द्वारा द्रव्य की अवसनताका (Dejection) प्रतिकार न किया जा सके तो केन्द्रकी ओर घँसनेवाला द्रव्य अदृश्य हो जायगा। स्वात्संगिकलक्षणा विधिपद्धति-सिद्धान्त दर्शाता है कि अपने अत्यंत निकटमें अवस्थित द्रव्यसचय पर आधार रखनेवाला अवकाशवा स्थायी मोट, निकटस्थ द्रव्यकी घनताके बहुत बढ जाने पर अपने-आपको ढक कर, अपनेमें समाविष्ट द्रव्यको बाकीके ब्रह्माण्डसे अलग कर देता है। घँसनेवाला द्रव्य तब अदृश्य होकर ऊर्जाके रूपमें प्रकट होता है। सामान्य द्रव्यका ऊर्जामें रूपांतर होते समय आइन्स्टीनके सूत्र अनुसार ऊर्जा = द्रव्यमचय \times प्रकाश-वेग^२ के हिसाबसे ऊर्जा प्रकट होती है। स्वात्संगिकलक्षणा सूत्र अनुसार केन्द्रकी ओर घँसनेवाला क्वासारका द्रव्य, गुह्यवाच्यपणके कारण, ऊर्जामें संपूर्णतः परिवर्तित होनेके बजाय अपनी आधी ऊर्जा विकिरित कर देता है।

हमारे लिये अगर महत्त्वकी कोई बात है तो वह है उपर्युक्त त्रिग्याके हिमावसे अवसनता पानेवाले द्रव्यमें उत्पन्न होनेवाली ऊर्जा ही। यह ऊर्जा उत्पन्न $\frac{1}{2}$ द्रव्य^२ है। आइन्स्टीनके विख्यात सूत्र ऊर्जा = द्रव्य^२ का यह अर्धभाग है। $\frac{1}{2}$ द्रव्य^२ से मिलनेवाला क्षणिक-उत्सर्ग तापनाभिकीय प्रतिक्रिया (Nuclear Reaction) में १०० गुना प्रबल है। स्वात्संगिकलक्षणा त्रिग्या के हिमावसे, दम करोड सूर्यद्रव्य अवसनता प्राप्त करे तभी वह हस्त अ से विकिरित होनेवाले ऊर्जा-उत्सर्गके समान हो सक्ता है।

अभीतक उपर्युक्त बातके मिथ्या होनेका नहीं माना जाता है। फिर भी क्वामारोने और स्फोटक ताराविस्फोटाके समन्यामूलक जो प्रश्न उपस्थित किये हैं उनके मूलगत महत्त्वकी ओर उनकी सङ्कलना (Complexity) की समझनेकी वैज्ञानिकोंके द्वारा किये गये बुद्धिगम्य प्रयत्न हमारे सामने प्रस्तुत हो रहे हैं। आना करे कि निवट भविष्यमें अंतरिक्षीय रहस्यके ज्यादा भेद प्रकट होंगे।

१७. ब्रह्मांडका विश्ववैचित्र्य

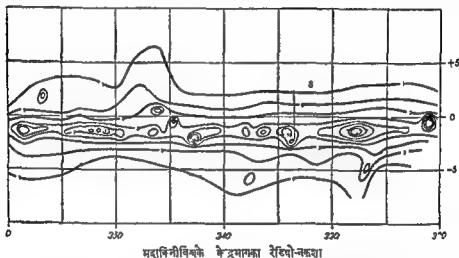
ब्रह्मांडका दर्शन चाक्षुष दूरबीनों और रेडियो-दूरबीनोंके द्वारा संभव हो पाया है। चाक्षुष दूरबीनसे आकाशीय पदार्थको सीधा देखा जाता है और उसका फोटो लिया जा सकता है। रेडियो-दूरबीनसे अंतरिक्षीय ज्योतिको नहीं देखा जा सकता है। उसके द्वारा हम जो देख पाते हैं वह है आकाशीय पदार्थके हम तक भेजा हुआ रेडियो-संदेशका आलेख। तारोंकी अवकाशीय अवस्थितियोंके आधार पर जिस प्रकार तारा-नकशे बनाये जाते हैं उसी प्रकार उन ज्योतियोंके रेडियो-संदेशोंके आलेखोंसे आकाशके रेडियो-नकशे बनाये जाते हैं। ये रेडियो-नकशे पृथ्वी परके स्थानोंके समोच्चरेखादर्शक नकशे जैसे होते हैं यह बात हम जानते ही हैं।

चाक्षुष दूरबीनसे अंतरिक्षीय पदार्थोंकी छवियाँ प्राप्त करते समय धूल और वायुके बादल हरकत रूप होते हैं। रेडियो-नकशे बनाते समय वैसी कोई मुसीबत नहीं आती। इसका यह अर्थ नहीं कि रेडियो-नकशेका काम आसान है। वास्तवमे वह बहुत मेहनतका काम है। किसी भी रेडियो-उद्गमके अनुशोधनका कार्य वास्तवमें बहुत लम्बा है। कई दफा वह महीनों तक चलता रहता है। एक तकलीफ और भी है। भिन्न-भिन्न रेडियो-तरंगलम्बाईके अलग-अलग रेडियो-नकशे बनते हैं। अंतरिक्षीय ज्योति तरंग-लम्बाइयोंके दो वर्ग अपने विशिष्ट स्वरूपोंकी झाँकी कराते हैं। तरंग-लम्बाइयोंका एक वर्ग ३ मीटर या उससे ज्यादा लम्बाईका है और दूसरा वर्ग २५ से. मी. या उससे कम लम्बाईका है। हम इन दोनोंको बड़ी तरंगलम्बाई-वाला और छोटी तरंगलम्बाईवाला वर्ग कहकर पहचानेंगे। मगर इसका यह अर्थ नहीं है कि किसी वर्गके नकशे एक-से होंगे। वर्गकी विभिन्न तरंगलम्बाइयोंके कारण अलग-अलग रेडियो-नकशे हों और उनके द्वारा प्राप्त होनेवाली जानकारीयाँ भी विचित्र प्रकारकी होंगी। मिसालके तौर पर २१ से. मी. तरंगलम्बाई ठंडे या शिथिल हाइड्रोजनका रेडियो-संकेत दर्शाती है जबकि २२ से. मी. तरंगलम्बाईसे प्राप्त होनेवाले रेडियो-संकेत गरम पदार्थोंका पता देते हैं, ठंडे पदार्थोंका नहीं।

बड़ी तरंगलम्बाईके रेडियो-नकशेमे आकाशगंगा चीड़े पाटके रूपमें नजर आती है और घनुराशिवाला उसका हिस्सा बहुत ही चमकीला मालूम होता है। छोटी तरंगलम्बाईवाले रेडियो-नकशेमें वह संकरी पट्टी जैसी मालूम होती है। हाँ, एक बात सही है कि इस नकशेका घनुराशिवाला हिस्सा बहुत चमकीला जरूर दीखता है मगर आगे चलकर मृगमंडल तक पहुँचनेसे पहले ही वह निस्तेज हो जाता है। अलवत्ता इन नकशोंमें रेडियो उद्गमोंको स्पष्ट-देखा जाता है मगर दोनों नकशोंके उद्गम एक-से नहीं होते हैं। सामान्यतया वे एकदूसरेसे अलग ही होते हैं।

ब्रह्मांडका विश्ववैचित्र्य : १२९

बड़ी तरंगलम्बाईवाले रेडियो-सन्धेतांम कगीव २००० रेडियो-उद्गमोका पता चला है। इन उद्गमोमें हस अ, शर्मिष्ठा अ और बर्क निहारिका विशिष्ट हैं। हस अ मदाकिनी विश्वसे बाहरका रेडियो-उद्गम है जब कि शर्मिष्ठा अ और बर्क निहारिका अपने ही ताराविश्वमें आये हुए रेडियो-उद्गम हैं। शर्मिष्ठा क और बर्क निहारिका दोनो परम स्फोटक तारोकी अवसोपलीलावे स्थान हैं। हस ■ एक दूसरेमे भिडे हुए हमसे दूरके दो ताराविश्व हैं। ये दोनो विश्व वास्तवमें भिडे हुए हैं कि एक ही विश्वके टूटनेसे बन हुए दो विश्व हैं इस बारेमें हमारी निश्चित जानकारी बहुत ही कम है। फिर भी बड़ी तरंगलम्बाईके रेडियो-उद्गम-वाले ताराविश्वको स्फोटक या सघर्षीय-विश्व होनेका माना जाता है।

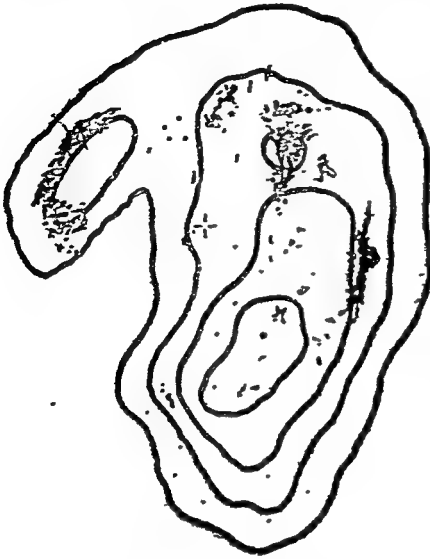


उपर्युक्त सारी बातोंका एक अर्थ यह है कि आकाशकी संपूर्ण रेडियो-नक्शापोषी तैयार करनेमें अनेक तरंगलम्बाईवाले अनेक रेडियो-नक्शोकी मदद लेनी पड़ेगी। दुनियाके विभिन्न देशोंमें इस प्रकारका काम चल ही रहा है। आस्ट्रेलियाकी रेडियो दूरवीन ३५ मीटरसे १५ मीटर पर काम करती है। ब्रिटनमें १ मीटरसे १० मीटर पर संगोषण चलता है। अमेरिका और हममें २१ से मी, ७५ से मी और १ मे मी मे कम तरंगलम्बाईके रेडियो-सन्धेतांम आधार पर रेडियो-नक्शे बनानेका काम चल रहा है। यहाँ दो रेडियो-नक्शे (१) मदाकिनी विश्वके केन्द्रकी ओरका और (२) हममंडलकी तत्सम्य निहारिकाका देनेमें आये हैं। हस अ और हस क के रेडियो-उद्गम हमसे नजदीकके हैं। मगर हस अ अत्यंत दूरका है। नजदीक के ये दोनो उद्गम हमारे अपने ही ताराविश्वके हैं।

रेडियो-उद्गम और रेडियो-नक्शोंके बारेमें थोड़ी जानकारी प्राप्त करनेके बाद अब हम दोनो प्रकारकी दूरवीना—चामुष और रेडियो—के सहकारमे ब्रह्मांडका जो स्वरूप समझ पाये हैं उसकी छाँची कुछ उदाहरणोंके द्वारा देखेंगे। सबसे पहले हम मदाकिनी विश्वकी चर्चा करेंगे।

११० ब्रह्मांड दर्शन

मंदाकिनीविश्वमें अनेक उत्सर्गी निहारिकायें हैं। इनमेंसे जो रेडियो-उद्गमवाली है वे सभी उष्मीय रेडियो-संकेतवाली है। अपने-आपको वे सभी छोटी तरंगलम्बाई पर स्पष्ट रूपसे व्यक्त करती हैं। उत्सर्गी निहारिकायें आयनित हाइड्रोजन वायुके लंबे-चौड़े पिंड हैं। इन सभीकी अंतरिक्षीय स्थितियोंसे मालूम हुआ है कि आयनित हाइड्रोजन वायुका एक लंबा पाट मंदाकिनी विश्वमें है। शिथिल हाइड्रोजन और ताराओंके साथ मेल-मिलाप रखनेवाले इस पाटकी मोटाई ६०० प्रकाशवर्षकी है और उसका विस्तार ६००० प्रकाशवर्ष व्यासका है। २१ से. मी. और २२ से. मी. रेडियो-तरंगोंके द्वारा मालूम हुआ है कि मंदाकिनीविश्वकी आयनित हाइड्रोजन वायु-संपत्ति उसकी समग्र हाइड्रोजन वायुकी संपत्तिका केवल वीसवाँ भाग है।



हंसका रेडियो-नक्शा

केन्द्र से ३३,००० प्रकाशवर्षकी दूरी पर है। विश्वकेन्द्र और सूर्यके ठीक बीचमें जो भाग है वहाँके आयनित हाइड्रोजन वायुका घनत्व और जगहोंकी अपेक्षा कुछ ज्यादा है। ज्यादा घनत्व-वाला यह विभाग सूर्यसे १४,००० प्रकाशवर्ष और विश्वकेन्द्रसे १२,००० प्रकाशवर्ष दूर है। उसका पाट या वलय करीब ५ से ७ हजार प्रकाशवर्षकी चौड़ाईवाला है। इस पाटमें अनेक शिशु तारे हैं जो अपने इर्दगिर्दके हाइड्रोजन वायुको आयनित करते रहते हैं और इसी कारण यह विभाग आयनित हाइड्रोजनके हिसाबसे बहुत समृद्ध है। इस पाटसे केन्द्रकी ओरके या सूर्यकी ओरके भागोंमें अवस्थित आयनित हाइड्रोजनका घनत्व कम होता जाता है।

उपर्युक्त आयनित हाइड्रोजन-वलयके बीचवाले भागमें शिथिल हाइड्रोजनवाला एक अतापीय-उद्गम है। इस उद्गमके मध्य भागमें, करीब मंदाकिनी विश्वके केन्द्रमें आयनित हाइड्रोजन वायुके कुछ गांठे वादल हैं। इन वादलोंके इस प्रकारके अस्तित्वका कारण क्या है और उनका वायु वहाँ किस करामतसे आयनित होता है उसका पता अब तक भी मालूम नहीं हो सका है। विश्वकेन्द्रके नजदीकके भागोंकी भ्रमणगतिके आधार पर और अतापीय रेडियो-उत्सर्गोंसे यह ज्ञात हुआ है कि मंदाकिनीविश्वकेन्द्रके करीब २०० प्रकाशवर्ष व्यासके विस्तारमें जो तारे और वायु हैं उनका कुल द्रव्यमान ५० लाख सूर्य-द्रव्यमानके बराबर है। संभव है कि यह तथ्य नई बातोंको प्रकाशमें लायेगा।

एक दूसरी आश्चर्यजनक घटना शिथिल हाइड्रोजन द्वारा होते रहते केन्द्रत्यागकी है। शिथिल हाइड्रोजन विश्वकेन्द्रसे सरक कर विश्वके दूरके हिस्सोंकी ओर गति करता है।

केन्द्रसे १०,००० प्रकाशवर्ष दूर पहुँचने पर उपर्युक्त वायु आयनित हो जाती है। वायुने आयनित होनेका कारण वहाँ आये हुए अति गरम तारोका प्रचंड विकिरण है। मतलब कि विश्व-केन्द्रसे दूर सरकनेवाला हाइड्रोजन केन्द्रसे १२,००० प्रकाशवर्ष या उससे भी कुछ आगे पहुँचकर अपनी उत्तेजना गँवा देता है। जिस जगह यह सब होता है वहा शिशु तारे आकार धारण करते दिखाई पड़े हैं। ये तारे अपने आसपासके वायुको आयनित करते अपने जन्म-विस्तारके आयनित हाइड्रोजन बायुको अति उज्ज्वल बल्यका रूप प्रदान करते हैं।

शिशु तारोका जन्म देनेवाला धियिल हाइड्रोजन सतत बहता रहेगा कि एक दिन वह धूम्रपौष हो जायगा इस बारेमें किसी प्रकारकी निश्चित जानकारी अब तक प्राप्त न हो सकी है। हाइड्रोजनके बहावके निरीक्षणसे मालूम हुआ है कि मदाकिनी विश्वका नाभिभाग ३ करोड़ वर्षोंमें खाली हो जायगा। इतने कम वर्षोंमें विश्वकेन्द्र-भागके खाली होनेका एक स्पष्ट अर्थ यह है कि अपना मदाकिनी विश्व विस्फोटक प्रकारका ताराविश्व है। मगर मदाकिनी विश्वके विस्फोटक होनेके अन्य लक्षण नहीं दिखाई पड़े हैं इस कारण वैज्ञानिक लोग मानते हैं कि हमारे विश्वकेन्द्रमें धियिल हाइड्रोजनकी कमीकी पूर्ति हुआ करती है। यह पूर्ति विश्व-प्रभामंडलके द्वारा होती है कि विश्वकेन्द्र अवस्थित चुंबकीय बलके कारण इसका अध्ययन होना अभी बाकी है। आशा करे कि इस रहस्यका उद्घाटन हमारी और समस्याओंको हल करनेमें सहायमूल होगा।

सभी ताराविश्व एक-से हैं क्या?

ताराविश्वोंकी खोजके प्रारम्भिक वर्षोंमें और उसके बाद भी बहुत लंबे अरसे तक ताराविश्वोंकी वहिर्विश्व निहारिकायें माना जाता था। अन्वेषकोंका खयाल था कि सभी तारा-विश्व एक-से हैं। मतलब कि उन सभीके आयतन, द्रव्यमान और तेजाब एक सरीखे होनेका उनका खयाल था। मगर बादके अन्वेषणोंने उस खयालको गलत ठहराया। सन् १९२० के अरसेमें मालूम हुआ था कि त्रिकोण ताराविश्व छोटा है और देवयानी ताराविश्व बहुत बड़ा। देवयानी ताराविश्वकी बगलमें दो और छोटे ताराविश्व भी दिखाई पड़े थे। फिर भी ये सारे ताराविश्व बरीब एक-से होनेका माना जाता था और उनकी हमसे दूरी मालूम करते समय उन सभीके तेजाब भी एक-से माने जाते थे।

मगर यह चित्र कायम न रहा, वह धीरे-धीरे फलटने लगा। सन् १९३० में भट्ठी और शिल्पी मंडलोंमें दो ताराविश्वोंका अस्तित्व मालूम हुआ। ये दोनों अपने-आप स्वतन्त्र तारा-विश्व थे और उनके तेजाब मदाकिनी विश्वके हिसाबसे केवल हजारवें भागके थे। अचरज भरी दूसरी बात यह थी कि इन दोनों ताराविश्वोंकी तारासंपत्ति बहुत ही कम थी। मदाकिनी विश्वमें आये हुए बड़े गोलाकार तारकगुच्छमें जितने तारे हैं उतने ही तारे इन विश्वोंमें हैं। तब पर तुरीय यह कि ये दोनों ताराविश्व हैं—बड़े ताराविश्वोंमें एकदम भिन्न और स्वतन्त्र रूपके। और चक्करमें डालनेवाणी बात यह थी कि ये दोनों हमसे बहुत नजदीकने तारा-विश्व हैं।

१३३ : ब्रह्मांड दर्शन

कम तारासंपत्तिवाले इन ताराविश्वोंके तारे एकदूसरेसे अत्यधिक दूर हैं। तारोंके इस दूरत्वके कारण ये दोनों ताराविश्व न दिखाई पड़नेवाले आकाशीय पदार्थ वन बैठे थे। मगर शक्तिशाली दूरबीनोंसे उनका पता लगने पर 'सारे ताराविश्व एक-से हैं'—वाली बातका भंडा फूट गया। और तब भट्ठी और शिल्पी ताराविश्व अपवाद-रूप छोटे ताराविश्व होनेकी कल्पना की गई। बादके अन्वेषणोंने बताया है कि अंतरिक्षमें अनेक वामन ताराविश्व अवस्थित हैं। इतना ही नहीं शायद उनकी संख्या ही सबसे ज्यादा है। दूसरे शब्दोंमें कहे तो यों कहा जाय कि ब्रह्मांडमें जो ताराविश्व हैं उनमें सर्वसामान्य प्रकार वामन ताराविश्वोंका ही है।

सभी वामन ताराविश्व एक-से नहीं हैं। कई एक अंडाकार हैं तो कई एक अरूप। इन सभी की तारासंपत्ति भी एक-सी नहीं है। भट्ठी विश्व और शिल्पी विश्व चिकनी सतहवाले अंडाकृति ताराविश्व हैं और उनके तारे वयप्राप्त तारे हैं। मतलब कि इन ताराविश्वोंकी उम्र बहुत ही बड़ी है। अरूप वामन ताराविश्वोंमें तेजस्वी नीले तारे हैं। इन तारोंका युवा तारे होनेका मालूम हुआ है। अरूप वामन विश्वोंमें युवा तारोंके उपरांत दूसरे प्रकारके तारे भी मौजूद हैं और इस तरह ये विश्व अंडाकार वामन विश्वोंसे अपनी अलगता दिखाते हैं।

शिल्पी विश्व और भट्ठी विश्व हमसे क्रमशः ४,६०,००० और ९,२०,००० प्रकाशवर्ष दूर हैं। ये दोनों स्थानीय विश्वसमूहके सदस्य हैं। स्थानीय विश्वसमूहमें मंदाकिनी विश्व और देवयानी विश्वके सिवा अन्य २५ ताराविश्व हैं जिनमेंसे अधिकांश वामन ताराविश्व हैं। अलबत्ता इनमेंसे बहुतसे ताराविश्व हमसे नजदीकके होने पर भी बहुत ही निस्तेज हैं और इसी कारण उनके फोटो प्राप्त करनेका काम बहुत ही मुश्किल हो जाता है। शिल्पी विश्व प्रकारके चार अन्य ताराविश्व सिंह विश्व १, सिंह विश्व २, कालिय विश्व और ध्रुवमत्स्य विश्व हैं। इनमेंसे पहले दो हमसे ७,५०,००० प्रकाशवर्षकी दूरी पर और अन्य दो ३,३०,००० प्रकाशवर्षकी दूरी पर हैं।

स्थानीय विश्वसमूहमें जिस तरह वामन विश्वोंकी संख्या ज्यादा है क्या उसी तरह अन्य विश्ववर्गोंकी भी हालत होगी? हमसे नजदीकका ताराविश्व समूह कन्या विश्वसमूह है जिसमें वामन विश्वोंकी बहुतायत है। भट्ठी विश्वसमूह (भट्ठी ताराविश्व नहीं) में करीब ८० प्रतिशत ताराविश्व वामन विश्व हैं। अन्य विश्वसमूहोंमें भी वामन विश्वोंका आधिक्य है और यों समस्त ब्रह्मांडमें वामन विश्व प्रचुर मात्रामें होनेका अब माना जाता है।

वामन ताराविश्वोंकी तारासंपत्ति बहुत कम है। अपने विश्वोंके आयतनके हिसाबसे ये तारे एकदूसरेसे बहुत दूर हैं। तारोंकी इस विशिष्टताके और उनके गत्यात्मक गुणवर्गोंके अभ्यासके कारण वामन ताराविश्व ब्रह्मांडकी उत्क्रान्तिको समझनेमें बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं। दो उदाहरणोंसे यह बात स्पष्ट करनेका प्रयत्न करेंगे। ध्रुवमत्स्य विश्व शिल्पी विश्वके प्रकारका है। उसके तारोंका घनत्व केन्द्रभागकी ओर ज्यादा है मगर बाहरकी ओर क्रमशः कम होता जाता है। यह होते हुए भी केन्द्रभागका घनत्व अन्य ताराविश्वोंकी तुलनामें बहुत कम है—दस लाख घन-प्रकाशवर्षके आयतनमें १ तारेकी औसत है। मंदाकिनी विश्वके सूर्यकी अवस्थितिवाले विस्तारकी तुलनामें यह तारा-घनत्व हजारवें भागका है। फिर भी इस ताराविश्वके तारोंकी

एक विनिष्ठता है—वे सभी एक ही प्रकारके तारे हैं। इतना ही नहीं उन सभीकी उम्र भी करीब-करीब एक समान है। इन तारोंकी उम्रका अंदाजा १० अरब वर्षका है। इसका यह मतलब हुआ कि ध्रुवमत्स्य विश्व वयप्राप्त ताराविश्व है।

आई सी १६१३ ताराविश्व ध्रुवमत्स्य विश्वमें कुछ अलग है। इस ताराविश्वमें विभिन्न उम्रके विविध तारे हैं। उनमेंसे कई तारोंकी उम्र १० लाख वर्षकी भी है। तात्पर्य यह कि इस ताराविश्वमें युवा नीले तारे हैं। और उनके साथ-साथ १० अरब वर्षकी उम्रवाले वय-प्राप्त तारे भी वहाँ मौजूद हैं। या इस ताराविश्वकी उम्र १० अरब वर्षकी लेनी जा सकती है फिर भी वह ध्रुवमत्स्य विश्वके प्रकारका उत्क्रान्तिवाला नहीं है। ध्रुवमत्स्य विश्वमें धूल और वायु किस तरह विलुप्त हो गये होंगे? आई सी १६१३ को इस स्थितिमें पहुँचनेमें कितना और समय लगेगा? इस ताराविश्वके हिमागमे ध्रुवमत्स्य ताराविश्वकी और ब्रह्मांडकी उम्रका अंदाजा क्या होगा? वगैरह प्रश्न हल होनेकी सम्भावना ज्यादा है।

पारम्परिक त्रियाके सदसमें भी वामन विश्वोका ज्यादा महत्त्व दिया जाता है। तारा-विश्वोंके द्रव्यमचयके बारेमें स्वगोलार्धस्थिताने जो मिथ्यात्व स्वीकृत किया है वह निम्न लिखित है। कम द्रव्यमचयवाले ताराविश्व अगर किसी बड़े ताराविश्वके नजदीकमें हैं तो इन कम द्रव्यमचयवाले ताराविश्वोंके आयतन ज्यादा द्रव्यसंचयवाले ताराविश्वोंके गुरुत्वाकर्षणके कारण मर्यादित स्वरूपके रहेंगे। मदाकिनी ताराविश्वके नजदीक भट्ठी, शिल्पी, सिंह, ध्रुवमत्स्य, कालिय वगैरह ताराविश्व अवस्थित हैं। इन सभीके आयतन मर्यादित है। ब्रह्मांडमें जोर अगह भी ऐसा ही होनेका धियाई दिया है। इस बातको आधार मानकर नजदीकके दो ताराविश्वोंकी पारम्परिक त्रियाका उनके गठन या संरचना पर क्या असर होता है वह समझनेका प्रयत्न किया गया है। और उसके लिये ताराविश्वोंकी कथित त्रिज्याको उनकी निरीक्षित त्रिज्यासे माप तुलना की जाती है। इन दोनोंमें कहीं तब मेल है उसका अध्ययन करके न्यूटनके गुरुत्वाकर्षणके नियम किस हद तक लागू होते हैं वह खोजा जाता है। न्यूटनके नियम काग्यर न हो वहाँ कौन-से और बल लागू होते हैं और वे किस प्रकार काम आते हैं वगैरहका लेखा होता है। स्वगोलार्धोंकी राय है कि हमने अत्यंत दूर आये हुए ताराविश्वों और विश्वमूर्होंके कुछ गुणधर्मोंमें भाग्य होता है कि वहाँ न्यूटनके गुरुत्वाकर्षण बलके निवाय और भी कई बल काम करते हैं। नजदीकके ताराविश्वोंके अभ्यासमें न्यूटनके नियम कहीं तक काग्यर हैं वह खोजा जाता है। इतना ही नहीं मगर वे कहीं और कैसे नाकामयाब रहते हैं या फट जाते हैं वह भी जाना जाता है। यह सब समझनेके लिये जिन धारोंकी नाम आवश्यकता रहती है वे हैं मदाकिनी विश्वका द्रव्यसंचय, वामन विश्वका द्रव्यमचय, वामन विश्वके छोर परके तारोंका गिरिलन और वामनविश्वकी सापेक्ष गति। ये सारी बातें पूर्णतया निश्चित होती नहीं हैं, फिर भी मदाकिनी विश्वके नजदीकमें आये हुए छ वामन विश्वोंके अभ्यासमें मालूम हुआ है कि न्यूटनके नियम माझे सान लाख प्रकाशवर्षके जतर तक कामयाब रहते हैं।

उपर्युक्त ढंगकी दूसरी अनिश्चितता मदाकिनी विश्वके द्रव्यमचयकी है। मदाकिनी विश्वके नजदीकके वामन ताराविश्वोंकी निरीक्षित त्रिज्याके आधार पर उसका द्रव्यमचय मालूम करके

प्रयत्न किया गया है। इस प्रयत्नके फलस्वरूप यह पता चला है कि मंदाकिनी ताराविश्वका द्रव्यसंचय ४०० अरब सूर्यके द्रव्यसंचयके बराबर है। यह आँकड़े मंदाकिनी विश्वके द्रव्यसंचयके मान्य आँकड़ोंसे दुगुना है। अपने ताराविश्वका द्रव्यसंचय २०० अरब सूर्योंके द्रव्यमान जितना माना गया है। द्रव्यसंचयका दुगुना अंक ताराविश्वोंके द्रव्यमान निश्चित रूपसे ज्ञात न होनेके कारण भी हो सकता है। यह भी कल्पित किया जाता है कि भविष्यमें यह आंक सच्चा भी साबित हो। बलिहारी अनिश्चितताके सिद्धान्तकी!!

इनके अलावा ताराविश्वोंके बीचके गत्यात्मक प्रतिक्रिया काल (Dynamic Reaction Time) के बारेमें जानकारी पानेके प्रयत्न जारी हैं। इसकी मददसे ताराविश्वोंकी भूतकालीन अनुस्थितिका पता चलेगा।

वामन ताराविश्वोंकी खोज नया अन्वेषण है। फिर भी उनके अल्प समयके निरीक्षणोंने ब्रह्मांडके स्वरूपको समझनेमें काफी मदद पहुँचाई है।



नासिरुद्दीन

१८. ब्रह्मांड और उसकी उत्पत्ति

ब्रह्मांडकी अन्य बातोंकी अपेक्षा उसकी उत्पत्तिके बारेमें तत्त्वज्ञानियों, वैज्ञानिकों और अन्य विद्वानोंने बहुत चर्चा की है। और फिर भी आश्चर्यकी बात यह है कि ब्रह्मांडका बुद्धि-प्राप्त स्वरूप आज तक भी स्पष्ट नहीं हो सका है।

तत्त्ववेत्ता प्लेटोकी ही बात लें। उसने मनानुसार जगद्व्याप्त आत्मा मत् है और ब्रह्मांड उसमें से प्रकट हुआ है। मग्न ब्रह्मांडमें जो कुछ गति मालूम होती है वह आत्मा की है। आत्माके भिन्न-भिन्न और समीको गति प्रदान करती पड़ती है। आत्मा स्वयं गतिशील है। ब्रह्मांड के इस खयालको एरिस्टोटलने और भी विकसित किया। उसने कहा कि दुनियामें ऊँची, नीची और वर्तुलाकार यों तीन प्रकारकी गतियोंका अस्तित्व है। वायु और अग्निकी गति ऊर्ध्व है, मिट्टी, पृथ्वी या पानीकी गति अधः है और आकाशीय ज्योतिषोंकी गति वृत्ताकार है। आकाश आदि है लेविन और भारी चीजें परिवर्तनशील हैं। प्लेटोकी कल्पनाके अनुसार अनरिक्तके सभी पदार्थ अपरिवर्तनशील होने चाहियें और उनकी गति वृत्ताकार होनी चाहिये। तो क्या यह उनमें अपवाद है? ग्रहोंकी गति पूर्णरूपसे वृत्ताकार नहीं है। जब यह गुराही मुलज्जना मुश्किल मालूम हुआ तब ग्रहोंको डीठ अतरिक्तके पदार्थ समझकर बातका निर्वोध किया गया, और इस कारण पृथ्वी, जल, वायु, और आकाशके गोलक एक-एक आस-पास दूसरा अवस्थित है ऐसा मत प्रचलित हुआ। पृथ्वीका गोलक ठीक बीचमें है और उसके ईर्दगिर्द क्रमानुसार जलका, वायुका और आखिरमें आकाशका गोलक है। इन चारों गोलकोंके दूर बाहुरे भागमें ५५ ज्योतिषा पृथ्वीकी प्रदक्षिणा कर रही हैं और इससे आगे स्थिर अनरिक्तोय तारे हैं। ये ५५ ज्योतिषा और स्थिर अतरिक्तके तारे अनादि, अनन और अपरिवर्तनशील हैं और ईश्वरके नियमोंके अधीन रहते हैं।

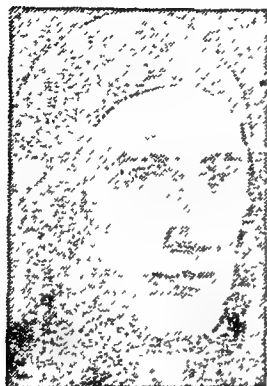
ईसी मन् पूर्व चौथी सदीमें एरिस्टार्चसने ब्रह्मांडकी कल्पना स्थिर सूर्य और तारोंवाले ब्रह्मांडकी की थी। उसने कहा था कि पृथ्वी सूर्यके चारों ओर वृत्ताकार प्रदक्षिणा करती है और स्थिर तारोंके गोलकका और सूर्यगोलकका केन्द्र एक ही है। तारोंके गोलकका व्यास इतना बड़ा है कि उसके सामने पृथ्वी-कक्षाका व्यास नगण्य-सा है।

मगर ग्रहोंकी जान एरिस्टार्चस भी न समझा सका था।

हियार्चस (मृत्यु ई. ॥ पू. १२५) भी ग्रहगतिकी उल्लेखनको मुलज्ञा न सका मगर उसके साथ यह अविनयी अनरिक्तोय पदार्थ है यह बात भी उसे मञ्जूर नहीं थी। इस कारण एरिस्टार्चससे एक कदम यह पीछे हटा। उसने पृथ्वीको विश्वका केन्द्र माना और आकाशीय

ज्योतियाँ उसकी प्रदक्षिणा करती है ऐसा धोपित किया। ग्रहगति समझानेके लिये उसने वृत्त प्रति वृत्तकी परिकल्पनाका आविष्कार किया और उसके द्वारा ग्रहगतिकी वातको बुद्धिगम्य बनाया।

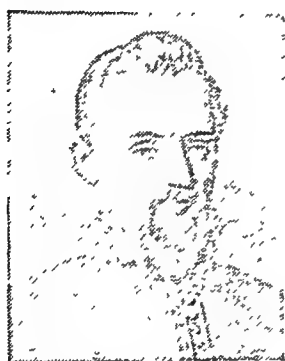
निरीक्षण-पद्धति ज्यों-ज्यों ज्यादा चौकस होती गई, ब्रह्मांडका स्वरूप भी पलटता हुआ नजर आने लगा। कोपरनिकस, टायकोब्राहे और केप्लरने पूरी सावधानीसे अंतरिक्षके पदार्थोंके



कोपरनिकस

गाणितिक कोष्ठक बनाये और उच्च प्रकारकी गणित-गणना द्वारा वृत्त प्रतिवृत्तकी कल्पनाको खसत किया। केप्लरने विल्कुल स्पष्ट कर दिया कि ग्रहोंकी कक्षा दीर्घवृत्त होती है और इस दीर्घवृत्तकी एक नाभिमें सूर्य रहता है।

दूरबीन बनानेवाला गैलिलियो केप्लरका समकालीन था। दूरबीनसे सर्व प्रथम आकाशकी ओर देखनेवाला वही था। टिमटिमाते तारे और प्रकाशित ग्रहोंके भव्य रूपोंको सर्वप्रथम उसने ही देखा। न्यूटनने परावर्तक दूरबीन बनायी जिसके कारण आकाशीय पदार्थोंको और भी अच्छी तरहसे देखा गया। बादमें विज्ञान तेजीसे विकसित हो गया। दूरबीनों और वर्णविश्लेषक द्वारा प्राप्त वर्णपट रेखाओंको मददसे मुद्गर अवस्थित ज्योतियोंके वातावरणको रचनेवाले मूलतत्त्वोंकी पहचान होनेके साथ डोप्लर-असरके कारण दूरके अंतरिक्षके पदार्थोंके दूरगमनके वेग निश्चित करनेकी पद्धति वर्गैरहका भी विकास हो गया।



केप्लर

केप्लरने ग्रहोंके बारेमें महत्त्वके नियम बनाये। उसने दिखाया कि ग्रहवर्षोंका वर्ग ग्रहोंके सूर्यसे अंतरोंके घनके सम प्रमाणमें है। उसने यह भी बतलाया कि ग्रह और सूर्यको जोड़नेवाली रेखा ग्रहपथ द्वारा उत्पन्न होनेवाली दीर्घवृत्ताकार आकृतिमें, समान समयमें एक-सा क्षेत्रफल घेरती है। केप्लरके नियमोंके आधार पर गुरुत्वाकर्षणका नियम आसानीसे साधा जा सकता है मगर केप्लरका ध्यान उस ओर न गया। बादमें यह काम हुआ न्यूटनके द्वारा। न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणका नियम खोजा और कहा कि

सृष्टिके पदार्थ एकदूसरेको आकर्षित करते रहते हैं। दो पदार्थोंके बीचका आकर्षण उन पदार्थोंके द्रव्यमानके सम प्रमाण और उनके बीचकी दूरीके वर्गके व्यस्त प्रमाणमें है। किस बलके आधार पर अवकाशमें ग्रह अपनी जगह टिकते हैं यह भी स्पष्ट हो गया। ग्रह गतिमें दिखाई पड़ती च्युति अन्य ग्रहोंके आकर्षणके कारण मानी गई। यों खगोल-गणनामें क्षम गणितने प्रवेश किया। न्यूटनके नियमोंके सहारे नये ग्रहोंके स्थान निश्चित किये जा सके उतना ही नहीं उन

ब्रह्मांड और उसकी उत्पत्ति : १३७

ग्रहोंको दूरबीनमें प्रत्यक्ष भी किया गया। जो नाम नम्र जात्रोमें या वेब-दूरबीन दर्शनमें न हो पाता था वह न्यूटनके नियमोंके द्वारा गणितमें कर बनाया।

यह सब होने हुए भी बादमें मालूम हुआ कि ग्रहगतियोंमें सूक्ष्म फर्क दिखाई पड़ता है। न्यूटनके नियमोंके द्वारा उसका निरूपण न हो सका। वह नाम किया आइवर्ट आइन्स्टीनने। उसने समझाया कि ब्रह्माण्डमें निरपेक्ष गतिका अस्तित्व नहीं है। सारी गतियाँ मापेक्ष हैं। ब्रह्माण्ड त्रिविमितीय (Three dimensional) नहीं है वह चतुर्विमितीय है। उसकी तीन विमितियाँ अवकाशकी हैं और चौथी विमिति समय की है। हानेवासी घटना निश्चित समय पर और निश्चित स्थानमें होती है। स्थल और समयवाले चतुर्विमितीय ब्रह्माण्डमें भूत, भविष्य या वर्तमान नहीं हैं। सारी घटनाएँ हमेशाके लिये अचल रहती हैं।

उपर्युक्त चतुर्विमितीय ब्रह्माण्डमें जहाँ वही भी थोड़ा द्रव्यसंचय या अनिश्चित पदार्थ है वहाँ ब्रह्माण्ड थोड़ा हवा हुआ रहता है। गुरुत्वाकर्षणका क्षेत्र इसी प्रकारके दबावका गुण है। द्रव्यमानके बिना गुरुत्वाकर्षणका स्वतन्त्र अस्तित्व नहीं है। आइन्स्टीनने क्षेत्र समीकरण दिये। इन समीकरणोंके कारण गणित पढ़ेकी अपेक्षा और भी सूक्ष्म हुआ। आइन्स्टीनने कहा कि किसी भी तारेकी किरण अगर सूर्यके पास होकर गुजरती है तो गुरुत्वाकर्षणके कारण वह झुकती और मुड़ती है। सूर्यग्रहणके समय तारोंके प्रकाशका अभ्यास करते समय आइन्स्टीनकी यह बात बसोटी पर सरी उतरी और तब वह बादमें स्वीडन सिद्धान्त बन गई। आइन्स्टीनके बाद उसकी गणित-गणनामें कुछ हेरफेर करके होर्डन और मारलीकरने आइन्स्टीनके गणितको और भी सूक्ष्म बनाया है।

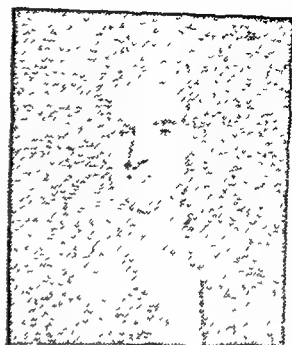


गैलिलियो

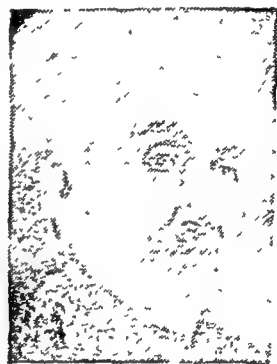
सूक्ष्म गणित, इलेक्ट्रॉनिक्स और रेडियो-उद्गमोंका अध्ययन, क्षेत्र-समीकरण, ज्यादा अच्छी दूरबीनों बनानेकी महायत्नामें ब्रह्माण्डका पहराव बहुत बड़ा होनेका मालूम हुआ है। क्षेत्र समीकरणोंमें अनेक विमितीय विद्वद्वे अनेकविध रूप कल्पित किये जा रहे हैं। फिर भी एक बात साफ है कि ब्रह्माण्डकी बात अब केवल गणितीय कल्पनाका

विषय नहीं रही है। इस कारण गणित और निरीक्षण इन दोनोंकी सहायतासे जिस ब्रह्मांड-वादका विकास हुआ है उसकी थोड़ी चर्चा यहाँ करेंगे।

प्रकाशकी मददसे ब्रह्मांडका अध्ययन करते समय एक विचित्र घटना नजर आयी। सुदूरके ताराविश्वोंके वर्णपटोंमें रक्त प्रकाशका डॉप्लर-असरवाला विशिष्ट विचलन दिखाई दिया जिसका सीधा अर्थ यह था कि ब्रह्मांडके विभिन्न घटक (Units) एकदूसरेसे अलग सरक रहे हैं। उनके दूरगमनका वेग दूरत्वके हिसाबसे बढ़ता जाता है। बहुत दूरके और प्रचंड वेगसे अंतरिक्षमें गति करनेवाले ब्रह्मांडके इन घटकोंको देखकर एक प्रश्न हमारे दिलमें उठेगा कि ब्रह्मांडका यह विकास किस हद तकका रहेगा? उसकी कोई आखिरी मंजिल होगी? ब्रह्मांडके घटकोंकी इस दौड़ादौड़ीका क्षेत्र अगर गोलाईवाला हो तो उसके आदि-अंतका पता न चलेगा मगर उस क्षेत्रके मर्यादित होनेकी कल्पना की जा सकती है—नारंगी पर घूमनेवाली चींटीको नारंगीकी सतहका आदि-अंत नहीं मालूम होता है उसी प्रकार।

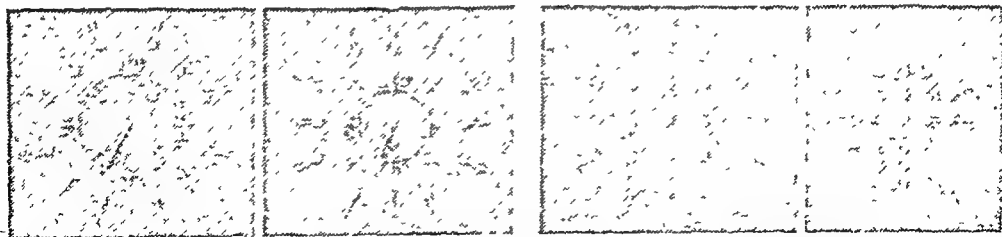


न्यूटन



आइन्स्टीन

एक दूसरा प्रश्न भी उठना स्वाभाविक है। ब्रह्मांडके घटक जो आज एकदूसरेसे दूर सरकते नजर आते हैं वे सभी अति सुदूरके भूतकालमें एकदूसरेके निकट ही होंगे न? ! संभवित है कि वे सभी किसी एक समय, एक ही जगह पर एकत्रित थे। ब्रह्मांडके घटकोंके आजके वेगोंका और वेगवृद्धियोंका हिसाब लगाने पर मालूम हुआ है कि करीब पंद्रह अरब साल पहले इन सभी घटकोंका एकत्रित वारह प्रकाश-घंटे व्यासवाला एक ब्रह्मांड-संपुट या गोला रहा होगा। इस गोलेमें अवस्थित इलेक्ट्रॉनों, प्रोटोनों और न्यूट्रॉनोंमें अनेक प्रकारकी आंतरिक प्रक्रियायें अपना काम करती होंगी। उन प्रक्रियाओंके कारण आजसे पंद्रह अरब साल



धूमधडाकावाद

पहले उसमें परम विस्फोट हुआ होगा और भोल्ले' टूटने समय हाइड्रोजन, हेलियम वगैरह तत्वोंकी उत्पत्ति हुई होगी और आदि द्रव्यसचयके अनेक छोटे छोटे टुकड़े अवकाशमें बिगड़ पड़े होंगे। ये छोटे टुकड़े बादमें तारोंकी जन्म देकर छोटे बड़े ताराविश्व बने होंगे। ब्रह्मांडकी उत्पत्ति और उत्क्रान्ति समझानेवाला यह वाद 'बूमबट्ठावादा' (Big Bang Theory) के नामसे मशहूर है। इस वादका पुरस्कर्ता ब्यान्नाम ज्योतिषी ज्योर्ज गेमोव है।

ब्रह्मांडकी उत्पत्तिके बारेमें एक दूसरा वाद भी प्रचलित है। उसे मतत सजनवाद कहनेमें आता है। उसके मतानुसार ब्रह्मांड सर्वसमय सापेक्षिक उत्क्रान्तिमें एक-सा रहता है। अर्थात् सात पहले वह जैसा था वैसा ही आज भी है। वह अनादि और अनन्त है। ऐसे ब्रह्मांडमें ताराविश्व दूर दूर अवश्य मरकते रहते हैं मगर उनके दूर हटनेके कारण उनके बीचका अवकाश खाली नहीं होता है, बरह सतत नये द्रव्यका निर्माण होता रहता है। और यों ब्रह्मांडनग्नमें हेरफेरकी गुंजाइश नहीं है। ताराविश्वोंका जन्म पाना, उनका विकास होना और कालान्तरमें विलीन होना बगैरह घटनाएँ ही घटती रहती हैं।

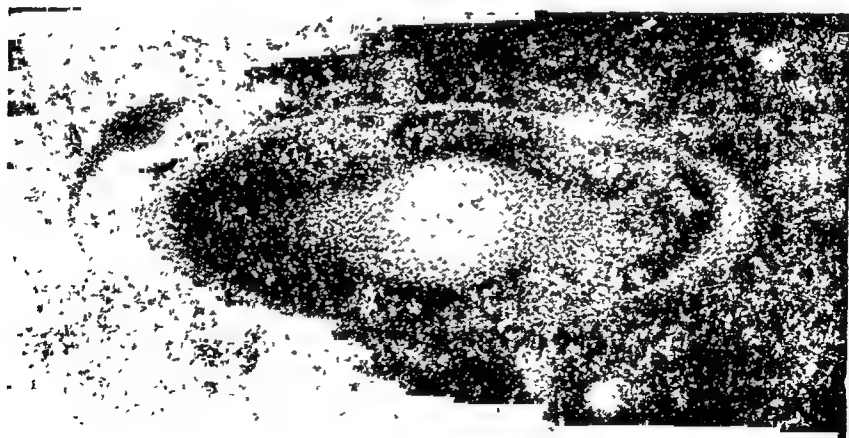
विश्वउत्क्रान्तिका एक तीसरा वाद भी है। वह होइल्वाद्के नामसे प्रसिद्ध है। उसकी मुख्य बातें नीचे अनुसार हैं। गुरुत्वाकर्षणके कारण अत्यन्त महीन वायुमाध्यम सकुचित होता है। सकुचनेके कारण माध्यमके वायुवादगके छोटे-छोटे अलग खंडाकी उत्पत्ति होती है जिनमेंसे ताराविश्वोंके भ्रूमकीका उद्भव होता है। वायुके सकुचनेसे गुरुत्वबल फाजिल बनता है। वायु-वादल अपारदर्शक रहे तो गुरुत्वबल गरमीके स्वरूपमें परिवर्तित होकर उनको अति तप्त बना देता है। विकिरित होने रहते तारेमें भी ऐसी ही प्रक्रिया देखी जाती है लेकिन अत्यन्त पतले वायुवादनोंमें ऐसा नहीं होता है। इन बादलोंमेंसे विकिरण पार हो जानेके कारण वे अपारदर्शक नहीं रहते हैं और यों उनका तापमान बढ़ना नहीं है। ऐसी परिस्थितिमें गुरुत्व-शक्तिका ह्पानर गरमीशक्तिमें होनेके बजाय गतिसाक्षिमें होता है। वायुवादलके अलग-अलग हिस्से गतिशक्तिके कारण और भी छोटे हिस्सोंमें विभक्त हो जाते हैं। विभक्त होनेवाले ये उपविभाग ताराविश्वोंका रूप धारण करते हैं। बादमें हरेक बादलविभाग या ताराविश्व सकुचना शुरू करता है। सकुचनेके कारण उसका घनत्व जय बहुत बढ जाता है तब इस ताराविश्वके भी टुकड़े हो जाते हैं। ये टुकड़े उनकी प्राप्त गतिसाक्षिके कारण भीमवेगसे गति करते रहते हैं। इन टुकड़ोंके भी फिर और विभाग और उन विभागोंके भी फिर उपविभाग बनते हैं जिनमेंसे तारा-भ्रूमकीका और अलग तारोंका निर्माण होना शुरू होता है। इस परिस्थिति तक पहुँचें हुए उपर्युक्त तारावायुओंके वेग बहुत ही प्रबल होते हैं। परिणाम यह होता है कि तारोंके आकार गोलाईवाले हो जाते हैं। ताराविश्वोंके पुराने या बूढ़े तारे इसी स्वरूपके होते हैं।

विशेष उत्क्रान्ति पानेवाले तारे वजनदार तारे हो जाते हैं। उनमें भारी परमाणु-द्रव्यके भूतत्त्व उत्पन्न होना शुरू हो जाता है। इस कारण उनका घनत्व कम हो जाता है जिसके फलस्वरूप उनके वायु अपना प्रबल वेग गँवा देते हैं। ये तारे विश्वकी सतह पर स्थिरता प्राप्त करना शुरू करने हैं उस वक्त उनकी गतिसाक्षि प्रायः विलुप्त हो गई होती है।

गोलाकारमें घूमनेकी गतिके कारण तारोंका सारा द्रव्य केन्द्रस्थानमें जमा नहीं हो सकता है। करोड़ों वर्ष बीतनेके बाद, ताराविश्वोंके केन्द्रस्थानमें जमा वायुवादलोंके वेग कम होते हैं और उनका तारोंमें रूपांतर होना शुरू होता है। गतिमें कभी होने पर इन तारोंमेंसे फिर, वायुवादलोंकी उत्पत्ति होती है और यों यह प्रक्रिया निरंतर चलती रहती है।

ब्रह्मांड सकुचाता और स्पंदनशील है ऐसा भी एक वाद प्रचलित है। ब्रह्मांडका आकार घड़ेके जीन जैसा है ऐसी भी एक कल्पना है। आकाशस्थित स्पंदनशील रूपविकारी तारोंके आधार पर डॉ० सान्डेज़ने ब्रह्मांडको स्पंदनशील होनेका दर्शाया है। उनका कहना है कि दृश्य-ब्रह्मांडकी सिमान पर जो ताराविश्व अवस्थित हैं उन सभीके अवकाशमें दूरगमनके वेग एक-से नहीं हैं। इस परसे डॉ० सान्डेज़ यह निष्कर्ष निकालते हैं कि दूरके ताराविश्वोंके दूरगमनके वेग अब कम होते चले हैं : मतलब कि ब्रह्मांड विकसित नहीं होता है मगर सकुचाता है। डॉ० सान्डेज़का मत है कि यह सकुचन बढ़ता जायगा और एक समय ऐसा भी आयगा कि ब्रह्मांडका दायरा तब बहुत छोटा हो जायगा और बादमें उसी छोटे ब्रह्मांडका फिरसे विकसित होना शुरू हो जायगा। ब्रह्मांडके स्पंदनशील गुण पर आवारित सकुचने और विकसनेका यह वाद भी ध्यान देने योग्य है।

ब्रह्मांडकी कल्पनाकी बातें भी आश्चर्यजनक हैं। जब तत्त्वज्ञानकी पकड़से ब्रह्मांड छटका तब निरीक्षण और गणितका सहारा लेकर विज्ञानने उसका आकार निश्चित करनेका प्रयत्न किया। मगर वह मतलब भी पूरा सिद्ध नहीं हुआ है। उत्तम और फलदायी निरीक्षणोंके द्वारा ब्रह्मांडका किस प्रकारका स्वरूप हमारे सामने आयगा यह बात भावीके हाथोंमें ही है।



छायासूत्री विश्वउत्पत्तिकी कल्पना

१९. ब्रह्मांड और जीवसृष्टि

पृथ्वी पर जीवन लहराता है। भौगोलिक संयोगोंके अनुसार कहीं वह ज्यादा विरमिन है तो कहीं कम। किसी जगह वह विपुल प्रमाणमें है तो दूसरी जगह कम प्रमाणमें। कुछ भी हा, पृथ्वीकी सतह पर ऐसी कोई जगह नहीं है जहाँ एक या दूसरे प्रकारका कोई जीवन—चैतन्य—न हो। रेतोंके या बर्फके रणोंमें भी मनुष्यमें लेकर मृदम वेक्टरिया तककी सृष्टि है।

पृथ्वीकी जीवसृष्टिके अस्तित्वको सामान्य मनुष्य सहज मानता है। और इसी कारण दूसरे ग्रहों और उनके उपग्रहों पर जीवसृष्टि है या नहीं यह जाननेकी उसे स्वाभाविक उत्कंठा रहती है। बुद्धत रहस्यमय है यह भी वह जानता है और उसीके अनुसंधानमें अब जगहोंकी जीवसृष्टि (अगर वहाँ है) हमारे पृथ्वीकी जीवसृष्टिके बिल्कुल भिन्न प्रकारकी होनेकी सम्भावनाका भी वह स्वीकार करता है। पृथ्वी और सूर्यमण्डलके सिवाय ब्रह्मांडके दूसरे स्थानोंमें जीवसृष्टिके जाविर्भावकी वह कल्पना करता है और यों जीवसृष्टिके हकदार और कौन कौन हैं इसे जाननेकी उमकी भारी उत्कंठा है। ब्रह्मांडकी रचना या उसकी उत्पत्तिकी चर्चाकी अपेक्षा ब्रह्मांडकी जीवसृष्टिकी बानोंमें मनुष्य ज्यादा दिलचस्पी दिगता है।

पृथ्वी सूर्यमण्डलका एक ग्रह है। दूसरे तारोंके भी ग्रह हो सकते हैं। इन ग्रहों पर जीवसृष्टिकी सम्भावना है या नहीं इस दृष्टिके जीवसृष्टिके प्रश्नकी हम चर्चा करेंगे। मगर इसके साथ एक बातका हमें खास खयाल रखना होगा कि तारेकी उत्पत्ति और जीवसृष्टिकी उत्पत्ति एक ही प्रकारकी प्रक्रियामें नहीं हैं। वे दोनों एकदूसरीमें भिन्न बिल्कुल अलग क्रियायें हैं। इन प्रक्रियाओंके बीच जो फर्क है उसे, द्रव्यकण एकदूसरेके साथ कैसे जुड़ते हैं और उनके बीच ऊर्जाका आदान-प्रदान किम तरह होता है समझना समझा जाना है। हा, जीवसृष्टिकी उत्पत्तिकी तारा-उत्पत्तिकी एक फल अवश्य माना जा सकता है। बुद्धिके आविर्भाववाला पृथ्वीका जीवन सूर्यमें बहकर पृथ्वीको मिलती रहती ऊर्जा पर निर्भर है। गत चार पाँच अरब वर्षोंके सतत प्रवाहके कारण ही पृथ्वी पर जीवन पनप सका है।

कुछ माल पड़े माना जाता था कि पृथ्वीका जीवन अद्वितीय है। इतना ही नहीं मौर मङ्गलकी रचनाका भी अद्वितीय माना जाता था। मगर अब मालूम हुआ है कि हकीकत कुछ और है। जीवनप्रारंभके लिये आवश्यक परिस्थितियाँ उत्पन्न होने ही जीवसृष्टिका उद्गम हो सकता है और उमी तरह बुद्धिका भी आविर्भाव हो सकता है। जीवन और बुद्धिके प्रकटीकरणको अब असाधारण या बिरल घटना नहीं माना जाता है।

जीवन प्रकट होनेके बाद वह सतत रूपमें चालू रहे इसलिये कुछ परिस्थितियोंका मौजूद होना जरूरी है। उदाहरणार्थ किसी ग्रह पर जीवन प्रकटनेवाला हो तो उस ग्रहको

प्रकाश देनेवाला तारा दीर्घजीवी होना चाहिये और साथ-साथ उसका शक्ति-निर्गम एक-सा होना चाहिये। कुछ बातें और भी जरूरी हैं। ग्रहकी कक्षा तारेके आसपासके वस्तीक्षम प्रदेशमें होनी चाहिये ताकि तारेकी ऊर्जाका लाभ ग्रह पा सके। तारेकी गरमीमें उपर्युक्त प्रदेशको आवश्यक गर्म करनेकी ताकत होनी चाहिये। जरूरतसे ज्यादा गर्मी या बहुत कम गर्मी जीवनके प्रकटीकरणके कामकी नहीं है। एक और बात भी है। ग्रहकी कक्षाका स्थिर ढंगकी होना जरूरी है।

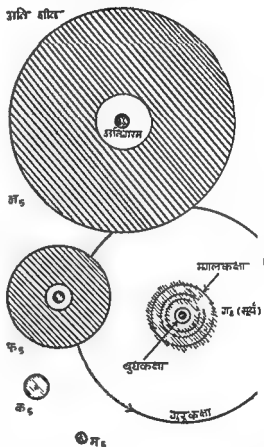
अब हम उपर्युक्त बातोंके आधार पर तारोंके ग्रहों परके जीवनके बारेमें चर्चा करेंगे।

प्रथम सवाल यह होगा — क्या दूसरे तारोंके ग्रह हैं ? तारोंके ग्रह हों तो भी उन्हें देख पाना संभव नहीं है। बड़ी दूरवीने युग्म या बहुत तारोंके साथीदारोंको अलग जरूर दिखलाती हैं फिर भी अनेक युग्म (या बहुत) तारे ऐसे हैं कि उनके साथी तारोंका पता वर्णपट द्वारा ही मिलता है। तारोंके ग्रह हों तो उनकी टोह इस प्रकार ही लगानी रही। मगर यह काम आसान नहीं है। तारे अपने तेजकी छाप वर्णपट पर अंकित करते हैं मगर ग्रह वैसा नहीं कर सकते। ग्रह स्वयं प्रकाशित नहीं हैं, उनका तेज तारेसे प्राप्त तेज है। तारेके धुँवले साथीदार-का पता तारेकी कक्षा-स्थितिके अवलोकनसे मिलता है। आजके समय, जिन दो तारोंके ग्रह होनेका मालूम हुआ है वे तारे ६१ हंस और ७० सर्पधर हैं। ये दोनों युग्मतारे हैं और हरेकके एक तीसरा निस्तेज छोटा साथीदार है जिसे खगोलशास्त्री ग्रह मानते हैं। ६१ हंसके ग्रहकी द्रव्यसंपत्ति अपने गुरुग्रहसे १६ गुना है जबकि ७० सर्पधरके ग्रहकी ११ गुना।

दूसरे तारोंके भी इसी प्रकार छोटे-बड़े ग्रह होनेका माना जा सकता है। हाँ, उन सभीको आजकल देख पाना संभव नहीं है। फिर भी उनके अस्तित्वको स्वीकार करके ग्रहोंके जीवनकी संभावनाका हम विचार करेंगे।

हमने देखा कि जीवन और विकासकी प्रक्रियाको संभव बनानेवाला तारा दीर्घजीवी होना चाहिये। जीवनकी उत्क्रान्ति कितने समयमें होती है यह कहना मुश्किल है। पृथ्वी पर जिस प्रकारका जीवन है वैसा जीवन अगर दूसरे ग्रहों पर होनेका मान ले तो उसका उत्क्रान्ति समय १ से ३ अरब सालका हो सकता है। पृथ्वी पर पिछले ३ अरब वर्षोंसे जीवसृष्टि लहलहा रही है। यह सत्य है कि जैविक उत्क्रान्ति यदृच्छा परिवर्तनोंके अधीन है: फिर भी पृथ्वी पर जो संभव हो सका है उसे कुछ परिवर्तनोंके साथ दूसरे ग्रहों पर होना मान ले तो जीवनकी उत्क्रान्तिका समय १ से ३ अरब सालका कल्पित किया जा सकता है। जैविक उत्क्रान्तिकी दर सब जगह एक-सी नहीं होनेकी। वह दूसरी बातों पर निर्भर रहेगी। इन बातोंमें से एक ग्रहका चुंबकीय क्षेत्र है और दूसरी उसका वातावरण। हमने देखा कि परिवर्तन यदृच्छा प्रक्रिया है और इस कारण उपर्युक्त बातोंसे हमारी गिनतीमें बहुत बड़ा फर्क आनेकी संभावना नहीं है। एक कारण यह भी है कि परिवर्तनकी ऊँची दर उत्क्रान्तिको हमेशा वेगवान नहीं बनाती है। हकीकत यह है कि ज्यादा परिवर्तन नुकसानकारक है। कुदरती क्रमको अनुकूल होनेके लिये कम परिवर्तन होना जरूरी है।

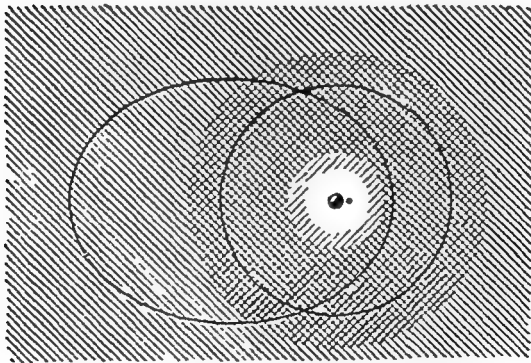
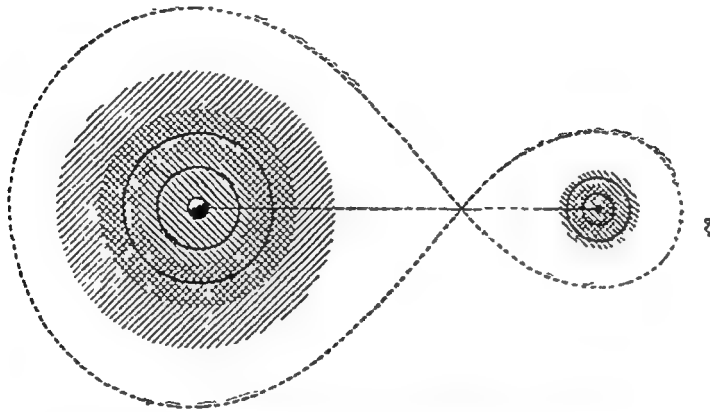
हमने देखा कि जैविक उत्क्रान्ति नियमबद्ध नहीं है। ताराकी उत्क्रान्ति नियमबद्ध है। इन बातोंको सवालमें रखकर हम देखेंगे कि ग्रह और जीवनके लिये कौनसे तारे अनुकूल हैं। ग्रहोंकी जीवसृष्टिको पालने पोसनेवाला तारा दीर्घजीवी होना चाहिये यह हम देख आये हैं। वर्णवर्णके ओ (O), ब (B) और अ (A) वर्णके तारे गरम तारे हैं। दीर्घ जीवनके लिये उनका मध्य क्रम (Main sequence) पर अनेक करोड़ वर्ष तक टिकना चाहिये। मगर ये तारे मुश्किलसे बराह बष टिकते हैं। और इसी कारण ग्रहों परके जीवनके लिये वे अनुकूल नहीं हैं। मध्य क्रम पर टिकनेवाले तारोंमें स प्रकारके तारे मुदीर्घजीवी हैं। अदाजा यह है कि छोटे लाल तारोंकी आयु-मर्यादा १०० अरब वर्षकी है। मगर यहाँ अकेले समयका महत्व नहीं है, तारोंकी एक-सी उष्मा देनेकी शक्ति भी महत्वकी है। इस दृष्टिसे स वर्णके छोटे तारे जो निस्तेज और ठण्डे हैं वे उपयोगी नहीं हैं। तेजस्वी तारोंकी उष्मा दूर-दूर तक पहुँचनी है और इस कारण उसका समष्टिक्षम प्रदेश (Population) भी बहुत बड़े विस्तारवाला होता है। और यों गरम स तारोंके और क, ग और फ वर्णके तारोंके जीवसृष्टिवाले ग्रह होनेकी ज्यादा संभावना है। मगर हाँ, ये तारे तारे मध्य क्रम श्रेणीवाले तारे होना जरूरी है। मध्य क्रम श्रेणीसे अलग होनेवाले तारे लाल विराट तारे हो जाते हैं और विराट बननेकी प्रक्रियामें अपने ही ग्रहोंका नाश करते हैं।



क, ग और फ वर्णके तारे जीवसृष्टिको धारण करनेवाले तारे हैं यह हमने देखा मगर ये सभी तारे एक-से दीर्घजीवी नहीं हैं। आम तौर पर स वर्णके (सूर्य प्रकारके) तारोंको दीर्घजीवी तारे माना जाता है। लेकिन क और फ वर्णके सभी तारोंको दीर्घजीवी नहीं माना जाता। इन वर्णों और दूसरे वर्णोंके तारोंके दो विभाग हैं—एक विभागके तारोंने पहले जन्म लिया है और दूसरे विभागवालोंने बादमें। इनमें से क वर्णके पहले (जन्मे हुए) तारे और फ वर्णके बादके तारे जीवनकी परिस्थितिके अनुकूल तारे माने गये हैं। उष्माकी दृष्टिसे तारोंके समष्टिक्षम प्रदेशका विस्तार कितना है वह ऊपर दी गयी आकृतिमें दिखाया गया है।

अपने मंदाकिनी विश्वमें १०० अरब तारे हैं। ग्रहोंकी संभावनावाले तारे अगर १ प्रतिशत माने जायें तो एक अरब तारोंको जीवनकी संभावनावाले तारे मानना पड़ेगा!

मगर यह हुई उष्माकी दृष्टिसे बात। जीवनकी संभावनाके लिये एक और पहलू भी है। वह है ग्रहकी अविचल कक्षा। पृथ्वीकी कक्षासे हम परिचित हैं। वह अविचल ढंगकी कक्षा है। युरेनसकी कक्षामें नेपच्युनके कारण थोड़ा विक्षेप उत्पन्न होता रहता है फिर भी वह अविचल कक्षा है। सूर्यमंडलके सभी ग्रहोंकी कक्षाये करीब अविचल प्रकारकी हैं। मगर युग्म तारोंकी कक्षाये वैसी नहीं हैं। वे थोड़ी बहुत पलटती रहती हैं। फिर भी इस बातका यह



[आकृति १ के तारे एकदूसरेसे दूर अवस्थित साथी तारे हैं। मगर आकृति २ के तारे अत्यंत निकटके साथी तारे हैं। आकृति १ में बायीं ओरके तारेका अंदरूनी ग्रह, दायीं ओरके तारेका बाहरी ग्रह और आकृति २ का लंबवृत्त कक्षा-वाला ग्रह जीवनकी शक्यता धारण करनेवाले ग्रह नहीं हैं।

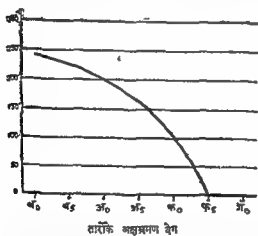
अर्थ नहीं है कि सभी युग्म तारोंके सभी ग्रहोंकी कक्षाये अविचल नहीं हैं। निरीक्षणोंसे जो पता चला है वह यों है—ग्रहोंके समष्टिक्रम प्रदेशमें ग्रहोंकी कक्षाये अविचल स्वरूपकी हों

ब्रह्मांड और जीवसृष्टि : १४५

इस वास्ते युग्मनारोंके साथी तारे भूय-प्रकारके होने चाहिये जोर उनके बीचका अंतर ०.०५ आकाशीय इकाईसे कम या १० आकाशीय इकाईसे ज्यादा होना चाहिये। जिन युग्म तारोंके साथी तारोंके बीचकी दूरी ०.०५ आकाशीय इकाई से २ आकाशीय इकाई की है वहाँ जीवनकी सम्भावनाके ग्रहोंका अस्तित्व नहीं है।

अंतरिक्ष-स्थित बहुतसे तारे युग्म तारे या बहुल तारे हैं। हमने अब तक जो चर्चा की उसके सन्दर्भमें अब यह कह सकते हैं कि इन तारोंमेंसे १ या २ प्रतिशत तारे ही जीवनकी सम्भावनावाले ग्रहोंको धारण करते हैं। अलबत्ता इन ग्रहोंकी दूरबीनसे देन पाना सम्भव नहीं है। फिर भी आज यह कल्पना जोरो पर है कि जो तारे अबेरे-से मालूम होते हैं वे शायद ग्रहोंवाले तारे हैं।

तारोंके ग्रह हो सकते हैं उसका एक सूचन तारोंके कोणीय वेगमान परसे मालूम किया गया है। बगवन्के हिसाबसे मालूम हुआ है कि फ, प्रकारके तारोंसे ज्यादा बजनी तारे (अ, ब, ओ बगैरे) अपनी घुरी पर अत्यंत तेजीसे घूमण करते हैं। फ, ने म बगैरे तारोंकी बात उल्टी है। उनका अल्पघूमण अत्यंत मंद है। इनका अर्थ यह है कि तारोंका कोणीय वेगमान ($=\text{द्रव्यमान} \times \text{घूमणवेग}$) फ, प्रकारके आगेवे (ग बगैरह) प्रकारके तारोंमें बिल्कुल कम हो जाता है और सा भी यकायक। इसका क्या जय धटाया जाय? सूर्य म प्रकारका तारा है। उसका कोणीय वेगमान २ प्रतिशत है। समग्र सूर्यमण्डलका कोणीय वेगमान सौ प्रतिशत मान लें तो ९८ प्रतिशत कोणीय वेगमान सूर्यमण्डलके ग्रहोंमें है। बड़े ग्रह गुरु, शनि, युरेनस बगैरह अपनी घुरी पर बहुत ही कम घटोमें चक्कर काट लेते हैं मगर सूर्यको एक अक्षभ्रमण पूरा करनेमें २४ मे ३१ दिवस लग जाते हैं। इन बातोंमें यह सोचा जा सकता है कि फ से म प्रकारके तारोंका अल्प कोणीय वेगमान उन तारोंके ग्रह होनेका निर्देश करता है और यो इन-ग्रहोंमें से कई एक ग्रहों पर जीवनके पनपने की कल्पना की जा सकती है। हाँ, एक बात नहीं है कि इन जीवनके पृथ्वीके जीवन जैसे होनेकी कोई सम्भावना नहीं है। कुछ भी



हो, एक बात निश्चय है कि जहाँ वही जीवन पनपा होगा वहाँ बुद्धिका प्रादुर्भाव होगा ही और यो अपने ताराविश्वमें और ब्रह्माण्डमें बुद्धिमान जीवोंके अस्तित्वका इन्कार नहीं किया जा सकता है। इन बुद्धिमान प्राणियोंके साथ हमारा संपर्क हो सकेगा या नहीं वह एक बड़ी बात है। मौजूदा हालत यह है कि हम गुरु तक अमानव-यान नहीं भेज सके हैं, उस परिस्थितिमें दूरके ग्रहोंमें समानव-यानमार्ग स्थापित करनेकी बात करीब करीब असम्भवि

है। उसे संभव होना मान ले तो भी हमसे नजदीकके तारेके ग्रह तक हो आनेमें इतना समय लग जायगा कि उस संपर्कका कोई अर्थ निकलेगा ही नहीं। हमारे अंतरिक्षयान वृष्ट प्रकाशवेगसे अंतरिक्षमें भ्रमण करें तो भी हमसे अत्यंत नजदीकके तारे तक पहुँचनेमें ४३ वर्षका समय बीत जायगा।

एक अन्य कल्पना रेडियो सन्देशकी है। अगर हम २१ से. मी. की तरंगलम्बाईका रेडियो-संकेत प्रसारित करें तो बहुत संभवित है कि जिन ग्रहोंमें विकसित बुद्धिशाली तत्त्व है वहाँ वह ग्रहण किया जाय और शायद उसका उत्तर भी हम पाये। सबसे बड़ी १८० मीटर व्यासवाली रेडियो-दूरबीनके द्वारा प्रबल रेडियो-संदेश भेजे जा सकते हैं। मगर प्रश्न होगा कि उस संदेशका रूप किस प्रकारका हो? जिस ग्रह तक हम संदेश पहुँचाना चाहते हैं उसकी संस्कृतिके अनुरूप वह होना चाहिये। मगर इस संस्कृतिकी टोह कैसे पायी जाय? एक कल्पना आसान है—किसी भी ग्रहकी बुद्धिशाली प्रजा गणितशास्त्रमें पारंगत होनेकी ही और इस कारण अगर हम गणितीय संदेश भेजे तो संभव है कि वह प्रत्युत्तरित भी हो। मगर संदेश के प्रकार खोजनेका काम भी उतनाही मुश्किल है। ज्यादातर वैज्ञानिकोंकी राय है कि रेडियो-संकेतकी विभिन्न चमकोंके द्वारा १-२-३ की संज्ञाओंका संदेश भेजना। दूरके ग्रहों परके बुद्धिमान जीव इन संकेतोंका अर्थ तुरन्त ताड़ लेंगे और उसका प्रत्युत्तर भी हमें उसी प्रकार ही देंगे।

उपर्युक्त बातका हँसी-मजाक माना जाना भी स्वाभाविक है। कारण यह है कि आंतरिकीय संदेश दूरकी ही बात होगी। नजदीककी आंतरग्रहीय संदेश-व्यवस्थाके बारेमें भी अभी तक किसी पद्धतिका हम निर्माण नहीं कर सके हैं। बहुत संभव है कि पद्धतिकी खोज लेनेके बाद हम सूर्यमंडलसे दूरके ग्रहोंके बारेमें उत्साह न दिखायेंगे: हमसे अत्यंत नजदीकके तारे तक पहुँच कर हम तक वापस आनेमें रेडियो संकेत को ८ से ९ वर्ष का समय लगेगा।

तारोंके ग्रहों पर बुद्धिमान तत्त्व मौजूद है या नहीं इस चर्चाको यहाँ ही समाप्त करके आइये अब हम अपने सूर्यमंडलके ग्रहोंकी और उनकी जीवसृष्टिकी बात करें।

पृथ्वीके मानव चंद्र, शुक्र और मंगलको पहुँचनेवाले अंतरिक्षयान छोड़ चुके हैं। दूसरे ग्रहोंको पहुँचनेवाले अंतरिक्षयान नजदीकके भविष्यमें छोड़े जायेंगे। चंद्र पर सन्मानव अंतरिक्षयान उतारनेकी तैयारियाँ चल रही हैं। आदमीको चंद्र तक भेजनेकी कल्पना करना एक बात है मगर उसको चंद्र पर या दूसरे कोई ग्रह पर सहीसलामत उतारनेकी और वहाँसे फिर वापस पृथ्वी तक ले आनेकी बात और है। मनुष्यके चंद्र पर या ग्रह पर उतरनेसे पहले उस आकाशीय ज्योतिके बारेमें पूरी जानकारी प्राप्त करना आवश्यक है। जिस परिस्थितिमें मनुष्य पृथ्वी पर ज़िन्दा रह सका है वैसे परिस्थिति चंद्र पर या ग्रह पर न भी हो और इस कारण नई परिस्थितिके अनुकूल होनेके लिये क्या व्यवस्था करना आवश्यक है वगैरहके बारेमें खोजबीन हो रही है।

चंद्र और ग्रहोंके बारेमें प्राप्त जानकारीयाँ भौतिक रासायनिक और जैविक प्रकारकी हैं। इन सबमें सबसे ज्यादा महत्त्वकी जानकारी जीवसृष्टिकी है। ग्रहों पर जीवसृष्टि है या नहीं ब्रह्मांड और जीवसृष्टि : १४७

इस प्रदनने अनेकोवा ध्यान सीचा है। ग्रहोकी जीवसृष्टि आजकल विशेष अम्यासका विषय हो गयी है।

मगर ग्रहोंकी जीवसृष्टिके अम्यासका आधार क्या मानना उचित होगा—अपनी पृथ्वी पर है वैसी प्रोटीन और न्यूक्लिक एसिड आधारित जीवसृष्टि या अन्य प्रकारकी जीवसृष्टि? ग्रहोकी जीवसृष्टि हमारी जीवसृष्टि जैसी न हो वो वह कौनसे पदार्थों पर आधारित होना समभव है इसकी राय जीवसृष्टिके उद्गमके बारेमें हमें नई रोज़नी प्रदान करेगी।

जीवन अमूक आणविक संयोजनोंकी अभिव्यक्ति है यह हम जानते हैं। साथ ही साथ हम यह भी जानते हैं कि ऐसे आणविक संयोजन हमेशाके लिये अपना अस्तित्व प्रकट नहीं करते हैं। ब्रह्मांड भस्त्रियोका कहना है कि उपर्युक्त संयोजनोंके अस्तित्वको समभव बनानेवाले तत्व और अणु भी आदि-अनादि नहीं हैं। द्रव्य भी आदि-अनादि नहीं हैं और वो न्यूक्लिक एसिड बर्गरह भी आदि-अनादि नहीं हैं। मतलब यह कि उनका और जीवनका आदिर्भाव अणुओंकी यादृच्छिक रासायनिक प्रक्रियाके अधीन है।

और पृथ्वीका भी आदि-अनादि नहीं माना जाता है? जिन तत्वोंने पृथ्वीका पिंड बना है उन तत्वोंकी विरवके अन्य पदार्थोंका भी उपादान माना गया है। विरवोत्पत्तिकी चर्चा यहाँ अनावश्यक है। एक बात अब बिलकुल स्पष्ट हो गई है कि ब्रह्मांडमें जो तत्व सबसे ज्यादा प्रमाणमें मौजूद है वह है हाइड्रोजन। हाइड्रोजनसे कम विपुल तत्वोंका अनुक्रम हेलियम, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कार्बन बर्गरहना है। सृष्टिकी उत्पत्तिके ये सभी कारणभूत अणु हैं। मगर इसका अर्थ यह नहीं है कि पृथ्वीकी उत्पत्तिके समय ऑक्सीजन स्वतंत्र रूपमें मौजूद था। उस समय ऑक्सीजन और दूसरे तत्व अलग रूपमें न होकर हाइड्रोजन के साथ मिलकर स्थिर वायुओं के रूपमें प्रकट हुए थे। वो पृथ्वीका आदि वातावरण मीथेन, एमोनिया और पानीकी वाष्पसे बना हुआ मान सकते हैं। आज पृथ्वीके वातावरणमें मीथेन और एमोनिया नहीं हैं। इसके अलावा उसने अपना हाइड्रोजनका आच्छादन भी गँवा दिया है। हाँ, मीथेनके थोड़े भावन और एमोनियाके नाइट्रोजनका पक्क रक्खनेमें पृथ्वी सफल हुई है।

कार्बनवाले सेन्द्रिय संयोजनोंके मिश्रणोंकी जीवनतत्त्व माना जाता है। ये मिश्रण किस प्रकार उत्पन्न होते हैं यह एबे अरसे तक मालूम न हो सका था। आज उन्हें हम जीवन प्रक्रिया द्वारा उत्पन्न होने देख पाते हैं। फिर भी पुरातन कालमें ये किस प्रकार उत्पन्न हुए होंगे इसकी कोई कल्पना न की जा सकी थी। प्रोफेसर हेरोल्ड ऊरी और उनके शिष्य डॉ स्टेनली मिलरने एक प्रयोग हाथमें लिया। उन्होंने कल्पना की कि पृथ्वीके आदिकालमें भी पृथ्वीके वातावरणमें बिजली कौनती होगी। उन्होंने मीथेन, एमोनिया और पानीकी भापवाला पृथ्वीका आदि वातावरण प्रस्तुत करने उस पर बिजलीकी डाला। वायुओंके उपर्युक्त मिश्रणमेंसे बिजली जब गुजरी तब अनेक प्रकारके कार्बनिक द्रव्योंकी उत्पत्ति हुई जिनमें महत्वके एमिनो एसिड भी थे। एमिनो एसिड प्रोटीन बनानेवाले पदार्थ हैं। प्रो ऊरीने इस प्रयोगने साबित कर दिखाया कि जिनका विकास गजब तत्वोंमें हो सकता है वैसे सेन्द्रिय मिश्रण पृथ्वीके आदि कालमें पृथ्वी पर कुछसी रूपमें उत्पन्न हुए होंगे।

और यों, जो वात पृथ्वी पर संभवित बनी वह अन्य जगहोंमें—अन्य ग्रहों, उपग्रहों वगैरह पर—भी बन सकती है। हो सकता है कि उसका प्रकार पृथ्वीसे कुछ अलग हो। चंद्र और ग्रहों तक संदेश पहुँचाना अभी संभव नहीं हुआ है और इस कारण उनकी भूमिकी संरचनाके बारेमें निश्चयात्मक रूपसे कुछ कहना बहुत मुश्किल है। फिर भी उल्काओंके आधार पर कुछ कल्पना हम कर सकते हैं। वैज्ञानिकोंको टूटते तारोंमें सेन्द्रिय मिश्रण हाथ लगे हैं। ये मिश्रण बिना विद्युतकी किसी दूसरी प्रक्रिया द्वारा हाइड्रोजन, ऑक्सीजन और कार्बनसे उत्पन्न होनेका हम मान सकते हैं। और यों सेन्द्रिय मिश्रण सारे ब्रह्मांडमें उत्पन्न होते हैं ऐसा मान ले तो दूसरे ग्रहों और अन्य तारोंके ग्रहों पर ऐसे मिश्रणोंका होना माना जा सकता है। इतना ही नहीं उनका किसी भी प्रकारकी जीवसृष्टिके रूपमें उत्क्रान्त होनेका भी माना जा सकेगा। एक अर्थ यह भी घटा सकते हैं कि पृथ्वी पर जिस प्रकारकी अनुकूलताये हैं वैसी अनुकूलतायें अगर दूसरे ग्रहों पर भी मौजूद हों तो वहाँ जीवनके प्रादुर्भाव होनेकी पूरी संभावना है।

जीवन और उसके प्रादुर्भावके बारेमें जरा विस्तारसे सोचेंगे।

जीवन अस्तित्वमें कैसे आया होगा, इसका कोई स्पष्ट खयाल हमको नहीं है। साथ-साथ कौनसी शक्तिके मृदु स्फुल्लिंगोंके कारण अक्रिय पदार्थोंमेंसे चेतनाका स्रोत बहना शुरू हुआ होगा उसका पता लगाना भी मुश्किल है। फिर भी पृथ्वी पर फैले हुए जीवनकी परिस्थितियोंकी दूसरे ग्रहोंके जीवनके संदर्भमें विवेचना करना ठीक होगा।

पृथ्वी परका जीवन प्रोटोप्लाझ्मिक, कार्बन आधारित और श्वासमें ऑक्सीजनका उपयोग करनेवाला है। ऐसे जीवनके प्राकट्य और सातत्यके लिये निम्न लिखित परिस्थितियोंका मौजूद होना अनिवार्य लेखा जाता है।

(१) जीवसृष्टिके निर्माणके लिये आवश्यक आधारभूत पदार्थ अस्तित्वमें होने चाहिये। वे पदार्थ प्रचुर मात्रामें और साथ-साथ आसानीसे और तुरन्त प्राप्त हों ऐसा होना चाहिये। और वे पदार्थ स्थिरतावाले तथा अनेक प्रकारकी संकुलतावाले, यौगिक पदार्थोंको उत्पन्न करनेकी क्षमतावाले, रासायनिक गुणवर्मावाले होने चाहियें। और उत्पन्न होनेवाले पदार्थ आसानीसे मूल-भूत तत्त्वोंमें बदल न जायें उस प्रकारके पदार्थोंकी उत्पत्ति होनी चाहिये।

(२) आधारभूत पदार्थ और उसके यौगिक पदार्थोंको टिकानेवाला और उनकी रासायनिक प्रक्रियाओंको मदद रूप देनेवाला कोई द्रावक होना चाहिये।

(३) ऊर्जा प्रकट करनेवाली किसी भी प्रकारकी रासायनिक प्रक्रिया मौजूद होनी चाहिये। इस प्रक्रियाके द्वारा उष्मा, प्रकाश, विद्युत या अन्य किसी प्रकारका विकिरण पैदा होना चाहिये। और यों यह प्रक्रिया जीव-रासायनिक (ऑक्सीजन पूरक-हारक) प्रकारकी या ताप-नाभिकीय (संघटन, संगलन, क्षय) प्रकारकी होनी चाहिये।

(४) प्रतिक्रियक पदार्थ प्रचुर मात्रामें उपलब्ध होने चाहियें ताकि रासायनिक या नाभिकीय प्रतिक्रियाओंका सातत्य, खंडित न हो।

ब्रह्मांड और जीवसृष्टि : १४९

उपर्युक्त बातोंके हिसाबसे पृथ्वी परकी परिस्थितियाँ सानुकूल हैं। वहाँ आधारभूत पदार्थ कार्बन है, द्रावक पानी है, पैदा होना विकिरण जैव-रासायनिक प्रकारका है और प्रतिनिधक ऑक्सीजन है।

कार्बन आधारित जीवमृष्टिको वातावरणमें ही ऑक्सीजन प्राप्त होना चाहिये ऐसा भी नहीं है (वेक्टेरिया अपने लिये यौगिक पदार्थोंमेंसे ऑक्सीजन प्राप्त करता है)। जीवन-सान्त्वयके लिये—जीवनकी प्रक्रियाओंको चालू रखनेको और वेगवान बनानेको—प्रविण्वों (Enzymes)की आवश्यकता रहती है। प्रकिण्व जटिल प्रकारके उद्दीपक हैं। वे अपना काम उत्तम प्रकारसे करते रहें इसलिये निश्चित तापमानका सातत्य आवश्यक है। तापमान कम होने पर प्रविण्वोंकी प्रवृत्तियाँ बन्द हो जाती हैं और ज्यादा होने पर प्रविण्वोंका नाश हो जाता है।

पृथ्वी परका जीवन 100° से 0° मे — 35° मे तबकी मर्यादावाला है।

बुध ग्रह पर पृथ्वीके जैसा जीवन नहीं है।

बुध या अन्य ग्रहों परकी जीवसृष्टि हमारी जीवसृष्टिके प्रकारकी ही हो यह जल्दी नहीं है। वह अन्य प्रकारकी भी हो सकती है। प्रोटोप्लाज्मिक होनेके स्थानमें वह रवादार या स्फटिकीय प्रकारकी हो सकती है जहाँ सिलिकोन उसका आधारभूत पदार्थ बन सकता है। द्रावक पदार्थोंके रूपमें एमोनिया, प्रवाही भीथेन, हाइड्रोजन सल्फाइड या कार्बन डायसल्फाइड काम आ सकते हैं और प्रतिनिधकके रूपमें गवकका उपयोग हो सकता है। रही प्रविण्वोंकी बात। अनुकूल तापमान सहनेवाले अन्य प्रकारके प्रविण्वोंकी मौजूदगीका इन्कार करना असम्भव है।

उपर्युक्त सारी बातोंका एक अर्थ यह है कि जीवन केवल बिस्मृतकी या आक्स्मिक सपानोंकी बात नहीं है। अनुकूल परिस्थितियाँ उत्पन्न होते ही उसका उद्गम होनेका ही—चाहे वह एक प्रकारकी या अन्य प्रकारकी जटिलतावाला हो। जीवनके उद्गमके बाद बुद्धि-शाली तत्त्वका भी उद्गम होगा ही। हाँ, उसका प्रकार पृथ्वी परकी जीवमृष्टिके ढंगका सापेक्ष न भी हो।

बुध अत्यंत छोटा ग्रह है। वह वातावरण रहित ग्रह है। सूर्यसे ज्यादा निकट होनेसे उसे ज्यादा गर्मी मिलती है। बुध सूर्यको हमेशा अपनी एक ही ओर रखकर उसकी परिभ्रमा करता है। इसीलिए बुधका एक भाग अत्यंत गर्म है तो दूसरी ओर का भाग अत्यंत ठंडा। बुधकी धरतीके महत्तम और लघुतम तापमान अनुक्रम से 400° से 0° और— 270° से 0° हैं। इन तापमानोंको बरदाश्त करनेवाली जीवसृष्टि बुध पर होनेकी संभावनाना वैज्ञानिक लोग इन्कार करते हैं।

फिर भी एक प्रश्न कई दफा पूछा गया है कि बुधके अतिशय उष्ण और अतिशय शीत प्रदेशोंके ठीक बीचमें जो संधिप्रदेश है वहां जीवसृष्टिके पनपनेमें बौनबी बाधा है?

उपर्युक्त संधिप्रदेशकी जीवमृष्टिकी बात पृथ्वीके सध्यामयकी खयालमें रखकर की जाती है। पृथ्वी पर वातावरण है इस कारण सध्या समयका तापमान आह्लादक मालूम होता

है। बुध पर यह स्थिति नहीं है। वहाँ गरमीका मतलब गरमी और उसके अभावका अर्थ कड़ाकेकी सर्दी ही होता है। इस तथ्य तथा अन्य कई तथ्योंको ध्यानमें रखकर वैज्ञानिकोंने जाहिर किया है कि आजकी स्थितिमें बुध पर किसी भी प्रकारकी जीवसृष्टिके अस्तित्वका संभव नहीं है।

शुक्र हमारे पड़ोसका ग्रह है। वह सदैव वादलोंकी घटासे आच्छादित रहता है और इस कारण उसकी धरतीको हम कभी देख नहीं पाये हैं। शुक्रके वारेमें हमें जो जानकारी प्राप्त हुई है वह खास करके उसके वातावरणमें प्रचुर मात्रामें कार्बन डायोक्साइड होनेकी है। हम यह भी कल्पना कर सकते हैं कि यह वायु शुक्रके वातावरणके बाहरी हिस्सेमें है। हो सकता है कि कार्बन डायोक्साइडके वादलोंकी नीचे शुक्र भूमिकी ओरके वातावरणमें ऑक्सीजन हो। अब अगर यह माना जाय कि शुक्र पर पानी है तो हमें वहाँ, कार्बन-आधारित जीवसृष्टि होनेकी संभावनाका स्वीकार करना पड़ेगा। और अगर ऐसी जीवसृष्टि बुद्धिमान तत्त्ववाली हो तो अपने (शुक्र) से बाहरके जगतके वारेमें वह संपूर्णतः अज्ञात होगी। वह ग्रहमंडूक सृष्टि होनेकी।

हम सभीका अनुभव है कि सदैव ऋतुके वादलोंके दिनोंमें हम कम ठंडी महसूस करते हैं। गरमीके दिनोंमें वादलोंके कारण उमस होती है। वादल हटते ही घाम और गरमीका जोर भी कम हो जाता है। शुक्र पर हमेशा वादल रहते हैं इस कारण उसकी भूमि सदैव उमस महसूस करती होगी। शुक्रभूमिका तापमान ३०० से. ग्रे. हो तो वहाँकी कार्बन आधारित जीवसृष्टि अस्थिर प्रकारकी होगी—वहाँ पदार्थोंका विघटन हो जायगा। आधुनिक संशोधनों से मालूम हुआ है कि शुक्र-भूमि पर सब जगह एक-सा तापमान है। वहाँ रातकी सर्दी नहीं है। नये अन्वेषण शुक्रभूमिके वातावरणका तापमान २८० सें. ग्रे. होनेका इशारा करते हैं। इस तापमानको बरदाश्त करनेवाली जीवसृष्टिकी कल्पना करना मुश्किल है।

मंगलका नाम लेते ही उसकी नहरें और जीवसृष्टिकी बातें हमारे दिमागमें चक्कर काटना शुरू करती हैं। मंगल अकेला ही एक ग्रह है जिसका अच्छा निरीक्षण किया जा सके। बहुत से लोगोंने इस निरीक्षणका कुछ खास अर्थ मान रखा है। वे समझते हैं कि सिनेमाके पर्दे पर दिखाई देनेवाली तस्वीरोंकी तरह मंगलकी भूमि दूरबीनोंसे दिखाई देती है। मगर हकीकत यह नहीं है। मंगलको बहुत बड़ा करके नहीं देखा जा सकता। प्रतिविम्बको बड़ा करने पर वह धुँवला हो जाता है और तब मंगलकी भूमिका स्पष्ट दर्शन नहीं हो सकता है। 'मंगल पर नहरें हैं या नहीं' वाले विवादने खगोलशास्त्रियोंको दो समूहोंमें बाँट दिया था। एक समूहका कहना था कि मंगल पर नहरें हैं और जबकि दूसरा समूह उस बातको आँखोंका भ्रम समझता था। यह मतभेद बहुत उग्र रूपका था। फिर भी वह ऐसी समस्या थी कि जिसका निराकरण आसान नहीं था। मंगल पर नहरोंका होना माननेवाले उन नहरोंको बनानेवाले बुद्धिमान जीवोंका मंगलपर अस्तित्व होना मानते थे। मंगलका तापमान २५ सें. ग्रे. से ५० सें. ग्रे. तकका है, उसका वातावरण बहुत पतला है और उसमें ऑक्सीजन और पानीकी भाप बहुत कम मात्रामें है वगैरह बातोंका हवाला देकर अन्य खगोलशास्त्री कहते थे कि मंगल पर नहरें नहीं हैं और बुद्धिशाली जीवसृष्टिके अस्तित्वकी बात कोरी कल्पना है।

ब्रह्मांड और जीवसृष्टि : १५१

आम आदमी इन दो समूहों के अलग मर्तिका कारणोंको जानना चाहें यह स्वाभाविक है। वे पूछेंगे कि क्या इन लोगोंको मगल-भूमि के अलग दर्शन होने होंगे? क्या छोटी-बड़ी दूर-वीनों अलग-अलग बातें दिखाती होंगी? क्या दूसरे यंत्रोंके भी यही हाल होते होंगे?

इन बातोंको स्पष्ट करना जरूरी है। दूरबीनोंके चित्रोंमें कोई फर्क नहीं आता है। सभीमें एक-से चित्र रहते हैं। दूरबीन अगर बड़ी है तो आकासीय ज्योतिषा दर्शन और भी स्पष्ट होता है। फर्ककी बात दर्शनकी नहीं, उस परसे किये जानेवाले अनुमानोंकी है। दूसरे यंत्रोंकी भी यही बात है। ये अनुमान कभी-कभी हमारा मजाज उड़ानेवाले भी हो जाते हैं। माउन्ट पालोमर वेधशालाके ल्यातनाम खगोलशास्त्री डॉ० एडिसन पेटिटने अनेक वर्ष तक मगलका सूक्ष्म निरीक्षण किया था। उन्होंने अपना दृढ़ मत जाहिर किया था कि मगल पर की तयामयित नहरोंको वह कभी नहीं देख पाये हैं। मगलकी नहरोंको वह दिखायी उपज कहते थे। मगर एक दिन उन्हें मगल पर नहरोंकी-सी रेखा-रचना दिखाई दी। वह उसे ताकते ही रह गये। सौभाग्य-से आममान साफ था और पृथ्वीका वातावरण स्थिर था। उन्होंने घटी तक उन रेखाओंका निरीक्षण किया और बादमें जाहिर किया कि मगल पर एकदूसरीको काटनेवाली रेखाओंका जाल है।

वर्गविदलेपकसे धुनके बारेमें कभी भ्रान्ति उत्पन्न होती है उसकी बात अर करेंगे।

धुक पर अगर पानी है तो वह उसके वातावरणमें भापके रूपमें हो सकता है। अब यह भाप धुनके बाहरी भागवाले कावन डायोक्साइडके बादलोंके नीचे हो तो वर्गविदलेपकसे उसका पता नहीं चलनेका। और धुनके वातावरणको कावन डायोक्साइडसे ही बना हम मानेंगे।

मतलब यह कि निर्फ दिखाई पड़नेवाली बातोंके आधार पर मही अनुमान करना आसान नहीं है। हम तकलीफको दूर करनेके लिये अन्य और प्रयोग काममें लाये जाते हैं। विभिन्न रंगोंके फिल्टरोंका उपयोग करके दूरबीनसे छवियाँ प्राप्त की जाती हैं। तापमानका पता लगाने के लिए अलग तरहके मापनोंका इस्तेमाल किया जाता है वगैरह। पृथ्वीका वातावरण भी अपनी टाँग अडाना है इस कारण आकासीय पदार्थोंके निरीक्षणका काम वातावरणके ऊपरके पतले स्तरोंसे करनेके प्रयोग चर रहते हैं। बलूनके नीचे लगी दूरबीनको छ से सात हजार मीटर ऊँचे भेजकर उसके द्वारा अतृप्तीय ज्योतिषोंके फोटो लिये जाते हैं। हमने अलावा अंतरिक्ष-यानोंके द्वारा चन्द्र, मगल और धुनके बारेमें विभिन्न प्रकारकी जानकारीयाँ प्राप्त की जानी हैं। जिनमें मुख्य वातावरणकी और सतहकी जानकारीयाँ हैं। आकासीय पदार्थके वातावरणमें कौन-सी गैसें हैं, उन ज्योति पर गिरनेवाला अल्ट्रावायोलेट प्रकाश कैसा प्रखल है व० समझनेके प्रयत्न किये जाते हैं और उन सभीके आधार पर, ग्रहों परके जीव पदार्थोंके जमघटके और जहाँकी जीवसृष्टि की संभावनाके बारेमें अनुमान किये जाते हैं।

इनके अलावा ग्रहोंके वातावरण और ग्रहभूमिके रासायनिक स्वरूपोंके बारेमें जानकारी प्राप्त करनेके प्रयत्न किये जाते हैं। मगल पर की जीवसृष्टि सूक्ष्म प्रकारकी है या किसी अन्य प्रकारकी यह खोजका विषय बना है। अगर वह पृथ्वीकी जीवसृष्टिके ढगकी हो तो उसे ग्लुक्जिन एसिड और प्रोटीन धारण करनेवाली होना आवश्यक है। इन सारी बातोंकी जान-

कारी प्राप्त करनेके लिये मंगलभूमिकी मिट्टीका अभ्यास करना जरूरी है। नजदीकके भविष्यमें, स-मानव अवकाशयान मंगल पर उतारा जाय उससे पहले मंगल की मिट्टी प्राप्त की जायगी और उसीके गवेषणात्मक परीक्षणके बाद आदमीको मंगल पर भेजनेकी और उतारनेकी बातें सोची जायेंगी।

मंगल परके सूक्ष्म जीवोंके अस्तित्वकी बातसे कुछ धक्का सा लगेगा। मंगल परके बुद्धिमान प्राणीके अस्तित्वमें विश्वास करनेवालोंको अपनी वारणा गलत होनेका दुःख होगा। मगर विज्ञानका ढंग उसका अपना है। वह हमेशा सत्यकी खोजमें प्रयत्नशील है। सावनोंकी और निरीक्षणोंकी कमी या त्रुटियोंके कारण किये गये अनुमानोंके झूठे साबित होते ही उन्हें अमान्य करनेमें विज्ञान नहीं झिझकता है। 'मंगल पर बुद्धिमान जीवोंका अस्तित्व है' इस बातको लेकर नहरोंकी बातने जड़ पकड़ी थी। जब नहरोंका ही अस्तित्व खटाईमें हो तो उनको बनानेवालोंके अस्तित्वकी बात भी मिट जाती है।

मंगल पर अनेक स्थानों पर काली साया लिये प्रदेश हैं। ये जगहें सभी ऋतुओंमें एक-सी नहीं दिखाई देतीं। उनके रंगों और आकारोंमें फर्क पड़ता है। इन बातोंको लेकर कल्पना की गई कि मंगल पर वनस्पतिका अस्तित्व है। मंगलकी ध्रुवटोपियोंको पानीके बर्फसे बना माना जाय तो वहाँका बर्फ पिघलकर पानीके रूपमें विपुववृत्तकी ओर बहता माना जा सकता है। उपर्युक्त प्रदेशोंके कालेपनकी गहराई ध्रुवसे विपुववृत्त तककी है और प्रदेशोंके सूखने पर वह विपुववृत्तसे ध्रुवोंकी ओर सरकती मालूम हुई है। मंगलकी ध्रुवटोपियोंको यदि महासागर माना जाय तो यह बात दुविवाजनक होगी। पृथ्वी परका पानी विपुववृत्तसे ध्रुवोंकी ओर बहता है मंगलमें वह कम क्यों उलट गया होगा?

वर्णविश्लेषक यंत्रों द्वारा भी उपर्युक्त काले प्रदेशोंको वनस्पतियुक्त माना गया है। इस धारणाके मूलमें मंगलके काले और उजले प्रदेशोंसे आनेवाले प्रकाश गवाह हैं। वर्णपटमें दिखाई देनेवाली शोषक रेखायें कार्बनिक पदार्थके अस्तित्वका संकेत देती हैं। कार्बन जीवन का प्रधान तत्त्व है यह हम जानते हैं और यों मंगल परके काले प्रदेशोंको वनस्पतिवाले प्रदेश होनेका मान सकते हैं।

एक अन्य दलील भी दी जा सकती है। घूलके आंधी-तूफान मंगल पर हमेशा चलते रहते हैं। घूलके बादल मंगलके वायुमंडलमें अनेक दिन तक छाये रहते हैं। इन बादलोंके मिटने पर उनकी घूलका काले प्रदेशों पर छा जाने और यों उनको दृष्टिसे ओझल करनेका वन पड़ना स्वाभाविक लेखा जायगा। मगर यह होता नहीं दिखाई दिया है इसलिये माना गया कि घूलकी परतोंके पार जो दिखाई देता है वह वनस्पति सृष्टि होनी चाहिये।

मगर ये सारे अनुमान ही हैं। इन बातोंकी छानबीन दूरबीनयुक्त बलूनोंके द्वारा और अवकाशयानोंके द्वारा अब की जा रही है और उम्मीद है कि उनकी सच्चाई परखी जायगी।

इस सिलसिलेमें एक नये आविष्कारका उल्लेख करना ठीक रहेगा।

ब्रह्मांड और जीवसृष्टि : १५३

ऊपर जो बातें बही गयीं उनमें मंगलको बगीच समानल भूमिवाला ग्रह माना गया है। मगर आजका अवेषण इस चित्रको बदल रहा है। २५ मीटरके रेडियो-दूरबीन से डा. वार्न सागन और डॉ. जेम्स पोलाकने मंगलभूमिका निरीक्षण करनेके बाद जाहिर किया है कि मंगल परके उजले प्रदेश मंगलकी नीची जमीन है और काले प्रदेश समतल मतहवाले उच्च प्रदेश हैं। ये उच्च प्रदेश उनके निक्कट के नीचे, उजले और धूलगे आच्छादित रण प्रदेशोंमें १० से १४ किलोमीटर ऊँचे हैं। ऊँचाईके फर्कके कारण इन दोनों प्रदेशोंके वायुदाबमें भी फर्क पड़ गया है।

जिसकी ज्यादातर प्राणवायु खतम हो चुकी है उस लाल मंगलको अब पृथ्वी जैसा ऊँचा-नीचा भूपट्टवाला ग्रह मानना पड़ेगा।

मंगल पर नहरें न हो तो न सही, वनस्पतिवाले उसके प्रदेश उच्च प्रदेशोंमें पलट जायें या कुछ और कस्तूर दिवावें, मंगलकी ओरके हमारे आकर्षणमें कमी नहीं आनेकी। मंगलने हम पर ऐसी मोहिनी डाली है कि मंगल पर जीवसृष्टि नहीं होनेका फैसला सुनने पर भी हम अपनी लगनको न छोड़ेंगे। हम कहेंगे, कि मंगल परकी जीवसृष्टि नष्ट हो गई हो तो कोई हर्ज नहीं, पुराने जमानेमें वह वहाँ थी ही और नष्ट होनेमें पहले अपने अस्तित्वको बनाये रखनेका उमने प्रयत्न किया ही होगा। मंगल पर हम जब उत्तरेंगे तब इस प्रयत्नकी निशानिया अवश्य देख पायेंगे।

अगर यह दलील काम कर गई तो हम कहेंगे, 'कि पृथ्वी पर भी एक दिन ऐसा आयागा जब उसकी सारी जीवसृष्टि नष्ट हो जायगी। इस दुर्दैवका पहला भोग आदमजात बनेगी। अगर वह नष्ट नहीं होना चाहती है तो उसे सर्वनाशने बचनेका उपाय सोच लेना ही चाहिये। हम मामलेमें मंगल हमें बहुत कुछ सिखा सकता है वगैरह'

मंगलकी बातको यहाँ छोड़कर गुरुकी कुछ बात अब करेंगे।

गुरुका वातावरण गाढ़ा है। उमने मुख्य घटक मीथेन, एमोनिया और कार्बन डायोक्साइड वायु है। वातावरणके नीचे गुरुकी भूमि है जिस पर बर्फ छाया हुआ है। इस बर्फके पूर्णतया पानीका होनेकी कोई संभावना नहीं है। फिर भी यह समझ है कि जीवसृष्टिके उद्गमके बारेमें आधारभूत पदार्थ कार्बन, द्रावक एमोनिया, थोड़ा पानी (जिसमेंसे ऑक्सीजन प्राप्त हो सके) और हाइड्रोजन गुरु पर होनेके कारण वहाँ जीवसृष्टिके पनपनेकी कल्पना की जाय। मगर गुरुका तापमान इतना कम है कि उसकी जीवसृष्टि पृथ्वीकी जीवसृष्टिके प्रकारकी होना असंभव है। गुरुकी जीवसृष्टि अन्य प्रकारकी—स्फटिकभय स्वरूपकी और अत्यंत दबावकी सहन करनेवाली हो सकती है। समझ है कि ऐसी जीवसृष्टिकी देहरचना पृथ्वी परकी देहरचना से बिल्कुल विपरीत हो—बाहरसे कठिन मगर भीतरमें मुलायम, हड्डियाँ बाहर मगर मांस भीतर।।

मगर यह कल्पना कोरी कल्पना ही है।

गुप्ते ज्यादा ठंडे शनि, यूरेनस वगैरह ग्रहा की जीवसृष्टिकी बात करना अब बेकार है। उन सबके जीवसृष्टिका न होना सुचारित।

१५४ ब्रह्मांड दर्शन

यह सब होते हुए भी ग्रहोंकी उपेक्षा करना ठीक न होगा। साथ साथ केवल पृथ्वी पर ही जीवन पनप रहा है इस बातका ग़रूर न करना चाहिए। मंगलकी दुर्दशा हम देख ही आये हैं और वह हमारे लिये चेतावनी रूप है। संभव है कि दूसरे ग्रह कार्बनिक पदार्थोंके अत्यंत पुराने भंडार साबित हों। उनकी अवशिष्ट कार्बनसृष्टि पृथ्वीकी उत्क्रान्तिकी मंजिलोंको समझानेमें सहायभूत हो सकती है। ग्रहोंके उपग्रह और विघेप करके हमारा चंद्र इस वारेमें बहुत-सी जानकारी दे सकेगा।

इस अध्यायमें ब्रह्मांडकी जीवसृष्टिकी हमने काफी चर्चा की है फिर भी सूर्य मंडलके और दूसरे तारोंके बुद्धिमान जीवोंके बीचके विशिष्ट फर्ककी कोई बात हमने नहीं की है। वैसा करना आज संभव भी नहीं है। बाकी रही अब आंतरग्रहीय जीवसृष्टिके बुद्धिमान तत्त्वको पहचाननेकी बात। उड़न-रकावियोंके संदर्भमें बहुत सी बातें सुननेको मिलती हैं मगर उनकी यथार्थता अब तक साबित न हो सकी है। चंद्र और मंगल पर स-मानव अवकाशयान उतरने तक हमें राह देखनी होगी।

सब मिलाकर, आखिरमें, हमें यह कबूल करना होगा कि ब्रह्मांडीय जीवन कैसा है उसकी झाँकी हमें नहीं हुई है। पृथ्वी परके जीवनको दार्शनिक और अमूर्त (Abstract) रूपमें हम समझते आये हैं। हमारा यह खयाल अवकाशमें कितना कामयाब होगा उसका सबूत समयके बीतने पर ही मिलेगा।

२०. खगोलकी प्राचीन विरासत

खगोलशास्त्रका प्रारम्भ किस देशमें और किस कालमें हुआ होगा उस विषयमें निश्चयपूर्वक कुछ कहना बहुत मुश्किल है। मगर इतना तो सही है कि यह शास्त्र कमसे कम पाँच हजार वर्ष पुराना है ही। प्रारम्भमें वह केवल निरीक्षणात्मक रहा होगा लेकिन क्रमशः वैज्ञानिक स्वरूप पाकर वह वर्तमानका खगोलविज्ञान बन गया है। पुराने ग्रन्थों के वाक्यों परसे या आकाशीय ज्योतियों अथवा आकाशीय घटनाओंके उल्लेखसे खगोलशास्त्रके विकासक्रमकी कड़ियाँ मिल सकती हैं। फिर भी उन उल्लेखोंके आधार पर वह कोई खास देशमें विकसित होकर शास्त्र बन गया है ऐसा निश्चयपूर्वक कहना मुश्किल है। फिर भी यह सम्भवित है कि बहुत पुराने जमानेका खगोलविज्ञान किसी एक सामान्य स्थल पर उद्भवित होकर भिन्न भिन्न देशोंमें फैल गया हो और वहाँ भिन्न-भिन्न प्रकारसे उसका विकास हुआ हो।

खगोलशास्त्रके विकासके लिये आकाशके निरीक्षण और अध्ययन अनिवार्य हैं। हमारे दैनिक जीवनमें दिन और रात, तारीख, तिथि, मास, वर्ष, ग्रहण, सूर्योदय और सूर्यास्त, छोटे-बड़े दिवस, ऋतु-आरम्भ, वर्षारम्भ, मध्याह्न, मध्यरात्रि, ग्रहोंके दर्शन एवं लोप, सन्नान्तिर्षा, मूसर्त आदि ऐसा महत्त्वपूर्ण स्थान पाये हुए हैं कि उनकी वास्तविकताके लिये आकाशीय ज्योतियोंके निरीक्षण और अध्ययन अनिवार्य बने रहते हैं। भारतमें ठेठ वेदकालमें भी इनकी महत्ताका स्वीकार कर लिया गया था। यजुर्वेदमें नक्षत्रदर्शनका उल्लेख है जसकि छादोग्य उपनिषद्में नक्षत्रविद्याका मनुष्य जातियों जगली हो या मस्त्रुत, प्रत्येकके अपनी अपनी रीतिसे पथाग थे। जलवत्ता बहुत पुराने कालमें पचागका ज्ञान केवल ऋत्विजों या देव-पुजारियोंको ही था और इसी कारण उन लोगका आम प्रजा पर गहरा प्रभाव था।

नदियोंमें बाढ़ जब आयेगी, वर्षाका भीमम आरम्भ होकर जब समाप्त होगा, बीजाई और बटनीके लिये कौनसे दिन अनुकूल होंगे इत्यादि की जितनी आवश्यकता प्राचीन कालके किसानों को थी उतनी ही उस जमानेके पुजारियोंको भी थी। समय या काल नापनेके लिये ऋत्विज लोग यज्ञ करते थे या अन्य प्रकारकी वैसी ही विधियों द्वारा ऋतु और वर्षके आरम्भकी या उनकी समाप्तिकी वे घोषणा करते थे। आज भी पूजारी लोग इसी प्रकारका कार्य करते रहते हैं, किन्तु प्राचीन कालका वह कार्य वर्तमानकी भाँति सरल व सहज न था। किसी एक खास बातकी चौकसीके लिये ऋत्विजोंको अनेक वर्षों तक निरीक्षणकार्य करना पड़ता था। नील नदीमें आनेवागी बाढका सबध व्याघ्र-उदयके साथ और एवममान दिन-रातका सबध सूर्यके ठीक पूर्वमें उदित होनेके साथ जोड़ा जा सका था ये इस बातके उदाहरण हैं। फिर भी निरीक्षणोंमें जो सतिषा रह जाती थीं उनको दूर करनेका कार्य भी पीढ़ी-दर-पीढ़ी चलता ही आया

है। हम भारतीय पिछले दशक तक उत्तरायणको और मकरसंक्रान्तिको एक ही घटना मानते थे यह उसका उत्तम उदाहरण है। विज्ञानकी प्रगतिके साथ-साथ बहुत-सी बातोंको उनके मूल स्वरूपमें समझना आज शक्य बना है, फिर भी हालके स्पुतनिक-युगमें कई लोग ऐसे हैं जो पृथ्वीको ग्रह माननेसे इन्कार करते हैं।

सूर्य और चंद्रके कारण हमें दो स्वाभाविक काल-इकाइयाँ प्राप्त हुई हैं। वे हैं दिवस और मास। दिवसके जैसे दिन और रात्रियों दो विभाग हैं वैसे मासके भी कृष्णपक्ष और शुक्ल-पक्ष ऐसे दो स्वाभाविक विभाग हैं। काल-नापनकी तीसरी इकाई वर्ष है। एक ऋतुके प्रारंभसे उसी ऋतुके दूसरी दफा प्रारंभ होने तकका समय-काल एक वर्ष है। वर्ष कितना लंबा है उसका हिसाब अमुक दिवस या अमुक मासके द्वारा दर्शाया जा सकता है : किन्तु मुश्किल यह है कि उस प्रकार निर्देशित आंकड़े पूर्णतः नहीं हैं। सूर्य और चंद्रकी आकाशीय गतियाँ सरल नहीं हैं : फलतः उनके द्वारा निर्मित होनेवाली काल-इकाइयोंका आपसमें मेल बिठाना कठिन कार्य बन गया है। सूर्योदयके साथ दिनका आरंभ होता है और सूर्यास्तके साथ वह पूर्ण होता है यह जानते हुए भी सारे दिन एकसमान न होनेका भी हम जानते हैं। हम यह भी जानते हैं कि पूर्णिमा या अमावस्याके दिन मास पूरा होने पर भी सभी मास एक-से लंबे नहीं होते हैं। वर्षकी बात भी ठीक उसी तरहकी है। चंद्रके वारह महीनोंसे बने वर्षका मेल ऋतुवर्षके साथ नहीं बैठता है। यह सब होते हुए भी एक बात स्पष्ट नजर आयी है कि भिन्न-भिन्न जातियोंने अपने-अपने जो पंचांग निर्माण किये थे या आकाशीय ज्योतिषोंके बारेमें उन्होंने जो नोट किया था उन सभीमें ऋतुवर्षको प्राधान्य मिला है। क्षितिज परके अमुक एक बिंदु पर सूर्यके दिखाई देनेके बाद पुनः उसी बिंदुके पासके उसके दर्शनके आधार पर वर्ष निश्चित किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त होता वर्ष उत्तरायणसे उत्तरायण तकका या वसंतसंपातसे वसंतसंपात तकका ऋतुवर्ष है।

पृथ्वीके देशोंमें संवत्सरात्मक गणना कहाँ और कब प्रारंभ हुई उसकी सही जानकारी प्राप्त नहीं हुई है, किन्तु जो कुछ मालूम हो सका है उससे पता चला है कि ईसा मसीहके २८०० वर्ष पहले मिश्र देशमें तीन ऋतुओंका एवं वारह महीनोंका प्रचलन था।

ऐसा भी माना जाता है कि सर्वप्रथम संवत्सर गणना ई. स. पूर्व २६३० में चीनने प्रारंभ की थी। उस समयकी प्राचीन जातियोंने विभिन्न प्रकारकी पंचांगोपयोगी टिप्पणियाँ तैयार की थीं, उनमें ई. स. पूर्व २२८३ के मई मासकी आठवीं तारीखका सूर्यग्रहण विशिष्ट है। बेबीलोन-वासियों द्वारा की गई सूर्यग्रहणकी टिप्पणियाँ ग्रहणोंके सरोज (ग्रहणचक्र) के आवर्तनोंका हिसाब मिलानेमें अत्यंत उपयोगी साबित हुई हैं। इतना ही नहीं उनके आधार पर अन्य ऐतिहासिक घटनाओंकी छानबीन करनेका भी संभव बना है। वादके जमानेके राजा-महाराजाओंके नामोंसे प्रचलित संवत्तों तथा उनसे संबंधित आकाशीय घटनाओंके उल्लेखोंसे इन संवत्तोंकी तथा राजाओंके राजत्वकालकी जानकारी भी प्राप्त की जा सकी है।

विशिष्ट आकाशीय घटनाओंमें ग्रहण, संपत्ति और अयन प्रमुख हैं। भारतमें चैत्रादि मास गणना ई. स. पू. २००० में प्रारंभ हुई थी। पुराने मंत्रों और ऋचाओंके आधारसे मालूम

होना है कि ई स पू ८००० में मृगशीर्षमें और ई स पू ३००० में वृत्तिकामें वसंतसपात हुआ था और आर्योंने रविभागके भागोंकी कल्पना करके उन्हें नक्षत्र नाम दिया था। तारोंकी गतिपां—विशेषतः ध्रुवनारेकी स्थिति—दर्शनेके लिये मिस्रवासियोंने पीरामिड बनाये थे वह यान अब सुविदित है। चीनके इतिहासमें पता चलता है कि पंचग्रहयुति—गणितका और सपान तथा अयनोंके आवागीय स्थानकी ग्नोज करनेका काम राजाज्ञाके रूपमें सम्राट यु ए मी ने अपने राजज्योतिषियोंका दिया था। वेचवासकी राजा लोग कितना महत्त्व देते थे उस बातका प्रमाण, यु ए मीके ४५० वष बाद जो ग्रहण हुआ था उसकी आगाहीमें लापरवाही बरतनेवाले दो दरबारी ज्योतिषियोंकी चीनी सम्राट द्वारा दिये गये मृत्युदण्डमें मिलता है। वर्तमान और ग्रहणोंकी आगाहियोंके अलावा पगोलके विषयमें जो अन्य ग्नोजें हुई थी उनमें प्रमुख रविभागका राशिपां और नक्षत्रोंमें किया गया विभाजन है। उस समय सारोख या तिथिगणनाके साथ-साथ वारगणना भी शुरू हो चुकी थी। वारोंके नाम बेबीलोनवासियोंकी ईजाद है। बादमें वे मारे नाम समस्त सप्ताहमें फैल गये। विभिन्न जातियोंकी सारीखो या तिथियोंमें समानता या एकराक्यता नहीं है किन्तु बार सारे सप्ताहमें एक-मे ही हैं।

रविभागके राशिपां और नक्षत्रोंमें विभाजित होनेकी बात हमने की, किन्तु विभाजनकी ये दोनों बातें एकसाथ एक ही जगह नहीं घटी हैं। सद्विदोंका कहना है कि राक्षिविभाग बेबीलोनकी ईजाद है और नक्षत्रविभाग भारतकी। अपनी ज्योतिष-गणनाके लिये जिन जातियोंने सूर्यका आधार लिया उन्होंने रविभागको बारह विभागोंमें विभक्त करके राक्षिचक्रका निर्माण किया, परन्तु जिन्होंने चक्रका आधार लिया उन लोगोंने (भारतीयोंने) रविभागको २७ विभागों में विभाजित करके नक्षत्रचक्रकी स्थापना की। नक्षत्र विभाग भारतकी अपनी खोज है। ज्ञान हुआ है कि प्राचीन कालमें चीनमें २७ या २८ नक्षत्र प्रचलित थे परन्तु भारतीय नक्षत्रोंकी तरहका लोगाके स्थापना उनका मासवृत्तिक लगाव या तानाबाना नहीं था। भारतीय महीनोंके नाम नक्षत्रोंके आधार पर बने हैं। सप्ताहके अन्य किसी भी देशमें महीनोंका इसी तरहका नामकरण नहीं हुआ है। इस मारी बानका एक अर्थ यह हुआ कि महीनोंके नामाकी अपेक्षा नक्षत्र पुराने हैं।

भारतके लोग नक्षत्राकी तरह राशिपांमें भी परिचित हैं। अपने ज्योतिष-गणितके लिये चक्रका आधार लेने पर भी वषगणनाके लिये ऋतुवषका और मासवर्षातिवके लिये सूर्यका आधार भी उन्होंने लिया है। सप्ताहियोंके बारह विभागोंके लिये रविभागका बारह विभागोंमें बांटा गया था सही किन्तु उन भागोंकी राक्षि नाम देनेकी बात ई स ४०० के अरम्भमें बन पायी थी। तब मजेंदार बात यह बनी कि भारतीयोंने राक्षिचक्र एक नक्षत्रचक्रका आरम्भ रविभागके जिस स्थान पर किया था वह आरम्भकिन्तु दोनों चक्रोंके लिये एक ही था। और आजतक वह वैसे ही रहा है। यह आरम्भस्थान उस समयका वसंतसपात है। आजकल वसंतसपात वहाँ नहीं होता है इसलिये भारतीय पञ्चांगसार अपने मेघारम्भ या अश्विन्यारम्भमें वर्तमान वसंतसपातकी ढुंगी अयनाय द्वारा दिखाते हैं। मतलब कि ई स ४०० के वसंत-सपातके हिमायमें वर्तमान वसंतसपात आजके अयनाय जितना दूर (रविभाग पर पोछे खिसक

कर) होता है। वसंतसंपातके प्राचीन उल्लेखोंके आधार पर वेदकालकी अवधि ई. स. पू. ६००० से ई. स. पू. ४००० तककी मानी जाती है।

ई. स. पू. १६०० के बादका चीन, मिश्र, और वेवीलोनका खगोल-इतिहास स्पष्ट रूपसे ज्ञात नहीं हो सका है। विज्ञानके रूपसे भारतीय खगोलशास्त्रकी बुनियाद ई. स. पू. १४०० से ई. स. पू. ११०० के अरसेकी है। खगोलशास्त्रका विकास करनेवाले अन्य देशोंमें ग्रीस और अरब प्रमुख हैं। इन देशोंकी खगोलशास्त्रीय प्रगति क्रमसे ई. स. पू. ६०० और ई. स. ७०० के अरसेकी है। और इस कारण ई. स. पू. ४००० से ई. स. पू. ६०० तकके कालमें भारतमें खगोल विषयक जो प्रगति हुई थी उसकी बात हम प्रथम करेंगे।

भारतीय खगोलशास्त्रका इतिहास छः युगोंमें विभाजित हुआ है: ई. स. पू. ४००० से ई. स. पू. ११०० तकका वेदयुग; ई. स. पू. ११०० से ई. स. पू. ० तकका वेदांतयुग; ई. स. ० से ई. स. ५०० तकका प्राचीन सिद्धान्त-ग्रन्थोंका काल; ई. स. ५०० से ई. स. १५०० तकका नये सिद्धान्त-ग्रन्थोंका काल; ई. स. १५०० से ई. स. १८०० तकका मध्य-कालीन युग और ई. स. १८०० से आज तकका अर्वाचीन युग।

वैदिक ऋचाओंमें मृगशीर्षमें वसंतसंपात होनेके स्पष्ट उल्लेख मिलते हैं। यह घटना ई. स. पू. ४००० के कालकी है। इससे कहा जा सकता है कि अमुक वेदमंत्र ई. स. पू. ४००० में रचे गये होने चाहियें। कई विद्वान वैदिक कालको ई. स. पू. ६००० से भी पुराना मानते हैं, मगर ऐसा कहनेके प्रमाणोंका उल्लेख बहुत स्पष्ट नहीं है।

वैदिक कालमें वर्षका आरंभ वसंतऋतुके प्रारंभसे होता था। वसंतको वर्षका मुख कहा गया है। वेदोंमें माघ मासको अग्रहायन अर्थात् हायन (वर्ष) का अग्र (पहला) मास माना है। यों वसंत ऋतु वर्षकी पहली ऋतु गिनी जाती थी। गीतावाक्य मासात्मा मार्गशीर्षोऽहम् (मासोंमें मैं माघ हूँ) इस वातका द्योतक है। इस सारी वातका अर्थ यह हुआ कि भारतीयोंको नक्षत्रों एवं मासोंका ज्ञान ई. स. पू. ४००० वर्ष पहले ही चुका था। उस समयके उनके मास चांद्रमास थे और इस कारण भारतवासियोंको अविमासोंका भी ज्ञान था। अवि-मासका उल्लेख ठेठ ऋग्वेदमें भी मिलता है। यत् संवत्सरः तस्य त्रयोदशो मासो विष्टपम्। यथा वा ऋषभस्य विष्टपम् (संवत्सरका तेरहवाँ मास अधिक मास है। बैलके कूबड़की तरह यह तेरहवाँ मास वर्षका कूबड़ है) वेदोंमें तिथि शब्द आता है मगर उसका अर्थ उन दिनों दिवस किया गया है।

वैदिक वाङ्मयमें गुरु और शुक्रके भी उल्लेख मिलते हैं। शुक्रको वेन कहा जाता था। वैदिक भारतीयोंका नक्षत्र-विषयक ज्ञान तारात्मक ही था, विभागात्मक न था। चन्द्र एक महीनेमें २७ नक्षत्रोंमें घूमता है यानी वह प्रतिदिन एक नक्षत्र बदलता है। 'इस तथ्यका ज्ञान वैदिक आर्योंको था ही फिर भी ग्रहोंका गणित वेनहीं जानते थे। ऋक्संहिताके चकाणासं परीणहं पृथिव्याः जैसे वाक्य और ब्राह्मणग्रंथों एवं उपनिषदोंके अन्य श्लोकोंसे मालूम हुआ है कि पृथ्वीके गोल होनेका ज्ञान भी वैदिक भारतीयोंको था।

खगोलकी प्राचीन विरासत : १५९

सक्षेपमें कहें तो वेदकालीन आयोंका वर्ष, मास, अधिमास, अयन, सपात, ऋतु आदिका ज्ञान मूर्धन्यरूपका न था फिर भी वह काफी अच्छा अवश्य था। भारतीयोंको ग्रहोंका ज्ञान था मगर ग्रह-गणितका ज्ञान न था। तात्पर्य यह है कि ताराबोमेंकी ग्रहोंकी गतियोंका वे निरीक्षण करते थे, मगर उनकी भविष्यकालीन स्थिति कैसी होगी उसकी आगाही वे नहीं कर पाते थे।

गणितकी वान वेदांग-ज्योतिषमें आती है, यो वि विभागात्मन नक्षत्रोंकी व्यवस्था वेदांग-ज्योतिषमें भी १००० वर्ष प्राचीन होनेकी मानी गयी है। वेदांग-ज्योतिषमें केवल सूर्य और चंद्रके गणितकी बात आती है, ग्रहोंके गणितकी बात वहां नहीं है। ग्रहगणित देनेका यश खालिङ्गयके लोगोको मिला है।

वेदांग-ज्योतिषका रचनाकाल ई स पू ११०० से १५०० तकका माना जाता है। उस समय वर्षारंभ उत्तरायणसे होता था। सब धनिष्ठाके आरंभमें उत्तरायण होता था।

वेदांग ज्योतिषमें दिया गया सूर्यचंद्रका गणित मध्यम अर्थात् औसत है। वह स्पष्ट गणित नहीं है। सूर्य और चंद्रकी गतियाँ सदा एक-सी नहीं रहती। उनमें घट-बढ़ होती रहती है। घट-बढ़का गणित जिसमें दिया जाय वह स्पष्ट गणित है। स्पष्ट गणितके अनुसार सूर्यचंद्र आकाशमें प्रत्यक्ष देखे जा सकते हैं। स्पष्ट गतिस्थितिका गणित वेदांग-ज्योतिषमें न होनेके कारण उसे वैज्ञानिक ग्रंथ नहीं कहा जायगा। यह होते हुए भी भारतीय खगोलशास्त्रके स्वरूप और उसके इतिहासको समझनेके लिये वेदांग-ज्योतिष अत्यंत महत्वका ग्रंथ है। उस ग्रंथमें दी गई बातें नीचे अनुसार हैं —

(१) पाच वर्षकी समयावधिको युग कहा जाता था।

(२) एक युगके कुल ३६६ दिवस $\times ५ = १८३०$ सायन (सूर्य) दिवस बनते थे। एक युगमें कुल ३० तिथिया $\times ६२ = १८६०$ तिथियाँ होती थी।

(३) एक युगमें ६० सौर मास और ६२ चाद्रमास होते थे। अर्थात् युगकालके दरमियान (पाच वर्षमें) दो अधिव मास आते थे।

(४) युगकालके दरमियान $१८६० - १८३० = ३०$ क्षयतिथियाँ आती थी।

(५) युगारंभ माघ सुदी १ से शुरू होता था और महीने अमान्त (अभावस्याको पूरे होनेवाले) थे।

(६) युगारंभ उत्तरायणसे होता था और सूर्य धनिष्ठा नक्षत्रमें रहता था।

(७) युगकालके दरमियान ६७ नक्षत्र मास होते थे $(२७\frac{१}{२} दिवस \times ६७ = १८३१ दिवस)$ । इनके अतिरिक्त दो और बातें नीचे अनुसार हैं —

(१) वेदांग-ज्योतिषमें दिवसकी लम्बाई को ६० घटियामें विभाजित किया गया था।

(२) सबसे लंबे दिवस या रात्रिकी लम्बाईका सबसे छोटे दिवस या रात्रिकी लम्बाईके साधका गुणोत्तर ३२ था। इसका अर्थ यह हुआ कि वेदांग-ज्योतिषकी रचना जिस जगह हुई थी, उस स्थानका सबसे लम्बा दिवस ३६ घटियों (१४ घंटे, २४ मिनट) का और सबसे छोटा १६० अष्टाह दर्शन

दिवस २४ घड़ियों (९ घंटे, ३६ मिनट) का था। इस उल्लेखके आधार पर वेदांग-ज्योतिषका रचनास्थल ३५ उत्तर अक्षांश होनेका जाना गया है। मतलब कि आर्योंने वेदांग-ज्योतिष की रचना कश्मीरमें की थी।

गर्गसंहिता, भारतीयोंका दूसरा ज्योतिषग्रंथ है, जिसका निर्माणकाल वेदांग-ज्योतिषके बादका है। इस संहिताका रचनाकाल ई. स. पू. ९०० से ७०० का है। इस ग्रंथमें वेदांग-ज्योतिषवाले समान नक्षत्रविभागोंकी रचनाके बदलेमें असमान नक्षत्रविभाग की योजना स्वीकारी गयी है। यह योजना अयनोंका मेल बैठानेके लिये या घनिष्ठारंभमें उत्तरायण लानेके लिये की गई थी जिसे बादके जैन विद्वानोंने भी अपनाया था। मगर अयनोंके सरकते रहनेके कारण बादके खगोलशास्त्रियोंने उसे छोड़ दिया था।

गर्गसंहिता आज उपलब्ध नहीं है। उसके बाद रचे गये ग्रंथोंमें प्रमुख सूर्यप्रज्ञप्ति, चंद्र प्रज्ञप्ति, अथर्वज्योतिष और पांच सिद्धांत (पितामह, वसिष्ठ, पौलिश, सौर, और रोमक) हैं। मगर ये सारे ग्रंथ अप्राप्य होनेके कारण कौनसा ग्रंथ किस कालमें रचा गया था यह निश्चित रूपसे कहना कठिन है। इतना ही नहीं मगर किन ग्रंथोंकी रचनाके बाद वे नष्ट हुए होंगे उसकी जानकारी प्राप्त होना भी कठिन है। फिर भी वराहमिहिर-कृत 'पंच सिद्धान्तिका' उपर्युक्त पाँचों सिद्धान्तोंमें दी गई महत्त्वकी बातोंका सार देती है। मजेदार बात यह है कि यह पुस्तक भी अप्राप्य है। जो पंच सिद्धान्तिका हमें विरासतमें मिली है वह पुरानी दो पांडुलिपियोंके आधार पर तैयार की गई है। आजपर्यंत उसकी कोई अन्य पांडुलिपि नहीं मिली है।

प्राच्य खगोलग्रन्थ उपलब्ध न होनेके कारण ई. स. पू. ११०० से ई. स. ४७६ तकका भारतीय ज्योतिषशास्त्रका सिलसिलेवार इतिहास उपलब्ध नहीं हो सका है। इस समयका इतिहास देनेका एक प्रयास डॉ. दिनकर शुक्लने अपने 'वेदांग-ज्योतिष और आर्यभटीय के बीच काल की खगोलीय स्थिति' नामक ग्रंथमें किया है। हाँ, ई. स. ४७६ के बादका आजतकका संपूर्ण खगोलीय इतिहास मिल सका है: किन्तु उसकी बात करनेसे पहले उपर्युक्त समय दर-मियान ग्रीकों द्वारा साखी गई खगोलशास्त्रकी प्रगतिकी बात करना उपयुक्त होगा।

वेवीलोन और मिस्रमें खगोलशास्त्रियोंके शोध-कार्यमें भाटा आना शुरू हुआ था तब ग्रीसमें उसका उदय होने लगा था। वेवीलोन और मिस्रके खगोलज्ञानकी सारी विरासत ग्रीसको मिली थी जिसमें वेवीलोन द्वारा सजोकर रखी हुई अनेक वर्षोंके ग्रहणोंकी और अन्य टिप्पणियाँ मुख्य थीं। ये सारी बातें ग्रीकोंके लिये अत्यंत उपयोगी साबित हुईं। अनेक देशोंको जीतकर ग्रीक साम्राज्य फैलानेवाले ग्रीकोंकी एक बड़ी सेवा पंचागनिर्माण की है और दूसरी सेवा खगोल-शास्त्रीय घटनाओंके कारणोंको ढूँढनेकी है।

ग्रीक खगोलशास्त्र ई. स. पू. ७ वीं सदी जितना पुराना है। उसका पहला खगोलविद् थेल्स है। थेल्सका जन्म ई. स. पू. ६३६ में मिलेट्समें हुआ था। वह भूमित्तिका भर्मज्ञ माना गया है, किन्तु उसका ज्ञान तत्कालीन मिस्रवासी भूमितिविदोंसे ज्यादा न था। पृथ्वीको उसने जलसागरमें तैरती एक वर्तुलाकार वस्तु माना था। उसके इस मतव्यसे उसके भूमितिज्ञान का पता चल सकता है। उसके बारेमें यह भी कहा जाता है कि उसने मई ५८५ ई. स.

खगोलकी प्राचीन विरासत : १६१

पू के सूर्यग्रहणकी भविष्यवाणी की थी। वस्तुतः उस समयके अपने बबीलोनवासी गुराँमि वह जरा भी आगे बढ़ा हुआ नहीं था। उपर्युक्त ग्रहण किस जगह और कौन तारीखको होगा उसकी आगाही उमने की ही नहीं थी। फिर भी वह एक अच्छा खगोलविद् था और उसने चंद्रकी बड़ाओंके होनेके कारण बताया थे, इतना ही नहीं किन्तु सूर्यका कोणीय व्यास भी उसने नापा था।

पैल्सरे बाद दूसरा खगोलविद् पापयागोरस हुआ। उसे विश्व-मरचनावे विषयमें विशेष रुचि थी। पापयागोरसको हम भूमितिज्ञ के रूपमें (पापयागोरस-प्रमेय देनेवाला) जानते हैं। उसने ग्रहोंका अध्ययन किया था, इतना ही नहीं किन्तु पृथ्वीके गोल होनेकी बातका वह समर्थक और पुरस्कर्ता भी था। उसने ग्रहगति-मिथान्तरा इसारा किया था मगर यह मिथान्त सोलहवीं सदीमें कोपरनिकसके द्वारा ही आविष्टत हो सका था।

ई स पू ५ वीं सदीका एक विख्यात खगोलज्ञ ऐनेक्सामोरस था। उसने ग्रहोंका सच्चा स्वरूप क्या है वह समझाया था। इतना ही नहीं किन्तु चंद्रका तेज उसका निजका तेज नहीं है यह बात भी उमने समझाई थी। सूर्यमें प्रकाश प्राप्त करने के चंद्र प्रकाशमान होता है यह कहनेवाला वह प्रथम व्यक्ति था। ५ वीं सदीके अन्य खगोलविदोंमें डेमोक्रिटस, मेटन और हेराक्लिटस मुख्य हैं। डेमोक्रिटस विश्वके सामान्य स्वरूपका खयाल रज्जु करनेवालेके रूपमें, मेटन अपने पचासीय मुघारों (ईस्टर्नकी तिथि वर्गरेह) के लिये और हेराक्लिटस पृथ्वीका अक्षभ्रमण सिद्धांत पेश करनेके लिये ख्यातनाम बने खगोलज्ञ हैं।

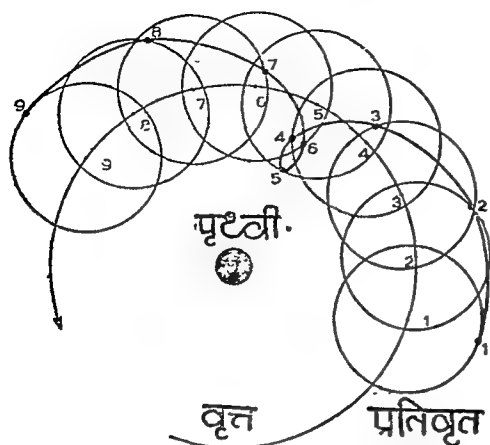
अरस्तु खगोलविद्की वनिम्वन तत्त्वचिंतक अधिक था। उसकी खगोलविषयक दैन निम्न कक्षाकी है। इतना ही नहीं किन्तु अनेक सदियों तक वह अवरोधक साबित हुई है। सूर्यचंद्र की नापें जो उमने ली थी वे बिल्कुल अर्बंहीन हैं। बर्तुल ही संपूर्ण आकृति है ऐसे उसके विधानने खगोलके विज्ञानको सदियों पर्यंत अवरुद्ध किया है। इस भ्रमका निरसन ठेठ सोलहवीं सदीमें केप्लरके हाथों हुआ था।

एरिस्टार्चस अत्यंत गणितनाली खगोलविद् था। आकाशीय पदार्थोंके दैर्घ लेनेमें वह बहुत दक्ष था। उमने सूर्य और चंद्रके अन्तरोको नाप कर घोषित किया था कि चंद्रके अंतरके हिमाद्रसे सूर्य हमने अठारह या उन्नीस गुना दूर है। अंतर दूढ़नेके लिये उसने जो पद्धति अपनायी थी वह बिल्कुल वैज्ञानिक थी। उसने कहा कि चंद्र और सूर्यके कोणीय व्यास समान हैं, जो उनके अंतरके प्रमाणमें होने चाहियें। एरिस्टार्चसके हिमाद्रमें गलती रह जानेका कारण मही अर्धचंद्रको ठीक रूपमें नहीं नापा जानेका है। सूर्यचंद्रके अंतरोंके अतिरिक्त उसने चंद्रका व्यास भी नापा था और वह पृथ्वीके व्यासमें $\frac{1}{3}$ गुना है ऐसा उमने घोषित किया था। उसके जमानेके हिमाद्रमें यह त्रुटि बहुत बड़ी भ्रमशी जानी है। मगर इस खोजने भी एक बड़ी बात उमने बताई थी कि पृथ्वी अपनी घुरी पर एक मूलके दर्दगिर्द घूमती है। यह बात अरस्तुके सिद्धांतसे विपरीत थी अब लोगोंने एरिस्टार्चसकी इस बातका समर्थन नहीं किया।

ई स पू तीसरी सदीमें इरेस्टोस्थनीसने पृथ्वीका आयतन नापा था, इतना ही नहीं किन्तु विपुलवृत्तके सापका खिमागंगा त्रियकत्व भी उमने नापा था। इस त्रियकत्वकी नापमें केवल

सात कलाकी गलती थी। मगर इन सारी गलतियोंको हिपार्कसने ठीक कर दिया था। हिपार्कसको ग्रीक खगोलशास्त्रका पिता (स्थापक) कहा जाता है। और वह था भी सचमुच

अद्भुत आदमी। उसने सर्वप्रथम तारापत्रक बनाया जिसमें नग्न आँखोंसे दिखाई देनेवाले १०८० तारोंकी सूची थी। इन तारोंको उसने ४८ तारामंडलोंमें बाँट दिया था।

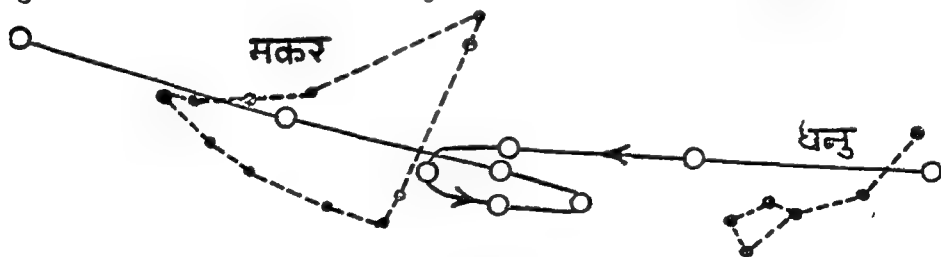


तारोंके स्थानोंकी चौकसी करते समय उसे ज्ञात हुआ कि उनके आकाशीय स्थानोंमें फर्क पड़ा है। उसने खोज निकाला कि विपुवायन इसका कारण है। हिपार्कसने पृथ्वीको विश्वका केन्द्र माना था। ग्रहगति समझानेके लिये उसने वृत्त-प्रतिवृत्तकी परिकल्पना की थी और उसके आधार पर ग्रहगणितकी

वुनियाद डाली थी।

इसके अतिरिक्त उसने सायनवर्षकी लम्बाई नापी थी। इतना ही नहीं लेकिन रविमार्गके तिर्यकत्वको फिरसे नाप कर उसकी चौकसी की थी। पृथ्वीकी त्रिज्यासे चंद्रका अंतर ६७ से ७८ गुना है ऐसा घोषित करके उसने विज्ञानकी भारी सेवा की है। पृथ्वीस्थ स्थानोंके अक्षांश और रेखांतर दिखानेके लिये उसने चंद्रकी सारणियाँ बनाई थी। इतना ही नहीं किन्तु तारोंकी चमक दर्शानेके लिये तारोंके वर्ग निश्चित करनेवाली तालिकायें भी उसने रची थीं। इन सबके अतिरिक्त स्फोटक तारेको सर्व प्रथम देखनेवालेके रूपमें और उस तारेको उसी प्रकार समझनेवालेके रूपमें वह सर्वप्रथम वैज्ञानिक माना गया है।

हिपार्कसके बाद उसकी वरावरीका दूसरा समर्थ खगोलज्ञ क्लॉडियस टोलेमी हुआ। अपनी पुस्तक 'सिन्टेक्सिस' और उसके अरबी अनुवाद 'अल-माजेस्ट' के कारण वह अत्यंत प्रसिद्ध है।



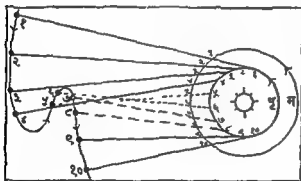
मंगलका चक्रीमार्ग

अल-माजेस्ट एक विशाल ग्रंथ है। खगोलविज्ञान पर इतने बड़े और विद्वतायुक्त ग्रंथका प्रकाशन होना सचमुच आश्चर्यजनक है। टोलेमीने अपने पहलेके सभी खगोलविदोंके सिद्धान्तोंको

खगोलकी प्राचीन विरासत : १६३

इस ग्रहमें समाविष्ट किया है। शनरा ही नहीं किन्तु उनकी विशद चर्चाओं की है और उप-पत्तियाँ भी दी हैं। जैसे तो उसकी निजी खगोलीय देन बहुत कम है लेकिन उसने जो सबलन कार्य किया है वह अत्यंत उच्च प्रतिभा दिखानेवाला है। फिर भी एक विशिष्ट बातका उल्लेख करना उचित होगा। यह है वृत्त-प्रतिवृत्तकी कल्पना। आकाशमें अपने-अपने मार्गों पर विचरने वाले ग्रह कभी-कभी, पृथ्वी और अग्रसर होनेके बजाय कुछ समय तक स्थिर रहकर बादमें पश्चिमकी ओरकी वशी गति दिखाते मात्तूम होते हैं। सूर्य, चंद्र और तारे ऐसी गति नहीं दिखाते हैं तो फिर ग्रह ऐसा रुक क्यों धारण करते हैं उसका कोई कारण होना ही चाहिये। हिप्पार्खसके बाद उसके अनुगामी टोलेमीने सुझाया कि पृथ्वीके दृर्दगिद घूमनेवाले ग्रह सूर्यचंद्रकी तरह नहीं घूमते हैं वे अपने-अपने वृत्तोंमें घूमते हैं और इन वृत्तोंके केन्द्र पृथ्वीके दृर्दगिद केन्द्राकारमें घूमते हैं।

पृष्ठ १६३ पर वे चित्रमें उपर्युक्त वृत्त-प्रतिवृत्त बताये गये हैं। और माय-माय ग्रहका आकाशीय मार्ग कैसा होगा यह भी दर्शाया है। टोलेमीकी यह पद्धति मही कारणवाली नहीं थी वन ग्रहोंके स्थानांश बादमें दिखाई पड़नेवाले कर्कको समझानेके लिये प्रतिवृत्तके भी प्रतिवृत्त देने पड़े और यी समग्र पद्धति अत्यंत जटिल बन गई। इस जटिलतामें छुटकारा दिलाया निकोलस कोपरनिकसने। उसने कहा कि ग्रह पृथ्वीके दृर्दगिद नहीं परन्तु सूर्यके आसपास घूमते हैं। अतः पृथ्वीमें उनको देखने पर वे मार्गों

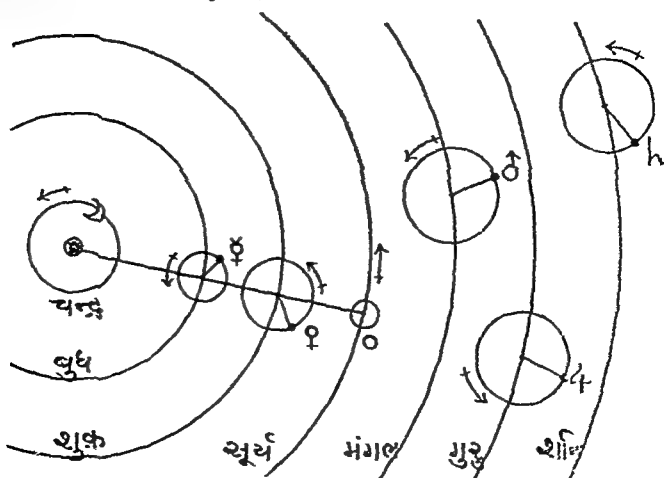


और वकी बनते दिखाई देते हैं।

ऊपर दी गई आकृतिमें यह बात अच्छी तरह समझी जायगी। सूर्यके दृर्दगिद घूमनेवाले पृथ्वी और मंगल ग्रह अलग-अलग समय पर अपनी कक्षाओंमें वहाँ होंगे यह १, २, ३ में दर्शाया गया है। पृथ्वी और मंगलको जोड़नेवाली रेखा मंगलका आकाशीय स्थान दिखाती है। पाटक देव सर्वेके कि मंगलका आकाशीय पथ कभी-कभी पूर्वमें पश्चिमका (वशी) बनना दिखाई देता है।

टोलेमीके बादके किसी ग्रीक खगोलविद्वे वारमें कुछ ज्ञान नहीं हुआ है। इसके दो कारण हो सकते हैं। एक टोलेमी कैसा प्रतिभाशाली कोई खगोलशास्त्री पैदा ही न हुआ हो, और यों सामान्य खगोलज्ञोंको प्राप्ताय न मिला हो। दूसरा टोलेमी निमित्त ग्रह मयप्राप्ती होनेसे और सब लोगोंका उमें मान्य रहनेमें खगोलशास्त्रमें नया सगोचन रुक गया हो। इतिहासविद् इस मर्ममें एक अन्य कारण बताते हैं। उनका कहना है कि ग्रीकोंके बाद राज्यचक्रोंके म्पमें १६४ ब्रह्मांड दर्शन

रोमन लोग उन्नतिके शिखर पर थे और उनको खगोलशास्त्रमें रस न था। यों राज्याध्यक्षके बिना खगोलशास्त्रके अध्ययनमें बहुत ही जल्द कमी आ गई।



ग्रह और वृत्त-प्रतिवृत्त

रोमनोंको खगोलशास्त्रमें रुचि नहीं थी ऐसा कहना कुछ अखरनेवाला जरूर है। संभव है कि ईसाकी पहली सदीका इतिहास उज्ज्वल हो। उस समय रोमन सम्राट जूलियस सीज़र राज करता था। ई. स. पू. ४६ में उसने देखा कि अपने राज्यका पंचांग व्यवस्थित नहीं है। उसे व्यवस्थित करनेके लिये उसने अलेक्जान्ड्रियाके ज्योतिषी सोसिजिनिसकी सहाय ली और अनेक वर्षोंसे दुस्त होना चाहता रोमन कैलेंडर उसके प्रयत्नसे व्यवस्थित बच गया। बादमें वह पंचांग जुलियन कैलेंडर या क्रिश्चियन कैलेंडरके नामसे प्रख्यात हुआ।

जुलियस सीज़रके जमाने तक, रोमन साम्राज्यके पंचांगोंमें वर्षकी निश्चित लम्बाईके बारेमें अनिश्चितता प्रवर्तती थी। उस समय वर्षके दस मास (पहला, दूसरा . . . दसवाँ) थे और उसके कुल दिवस ३०४ होते थे। बादमें उनमें ५१ दिवस जोड़कर वर्षके ३५५ दिवस बनाये गये। उसके साथ-साथ जनवरी एवं फरवरी ऐसे दो मास-नाम जारी किये गये। पुरानी पद्धतिके अनुसार वर्षका पहला महीना प्रारंभका या मार्च महीना गिना जाता था। अब जनवरीको पहला मास कहा गया। हमारे सितम्बर, अक्तूबर, नवम्बर और दिसम्बर प्राचीनोंके ७ वाँ, ८ वाँ, ९ वाँ और १० वाँ मास-नाम हैं। सोसिजिनिसकी सहायतासे सीज़रने वर्षकी लम्बाई ३६५ दिवसोंकी कर देनेके अलावा प्रत्येक चौथे वर्षमें प्लुत दिन जोड़नेकी योजना का भी नियम बना दिया। इतना ही नहीं किन्तु सभी मासोंके दिवसोंकी संख्या भी निश्चित कर दी और वर्षारंभका प्रचलन पहली जनवरीसे करवाया। इन सब कारणोंसे ई. स. पू. ४६ का वर्षारंभ निश्चित समयसे (पहलेके हिसाबसे) ९० दिवस पहले शुरू हुआ। इस कारण फरवरी मासके अंतमें २३ अधिक दिन जोड़े जानेके अलावा नवम्बर और दिसम्बर के बीचमें ६७ दिन जोड़नेकी व्यवस्था करनी पड़ी। फलतः वह वर्ष ४४५ दिनोंका बन गया और 'उलझनका वर्ष' नामसे प्रसिद्ध हुआ।

खगोलकी प्राचीन विरासत : १६५

जुलियम सीझरने इच्छा पचागको पूर्णतया शुद्ध बनानेकी थी। दस वाग्न वर्षारम्भकी तारीख २५ दिसम्बर रचना वह चाहता था। किन्तु बैसा नहीं बन पाया। ई स पू ४५ के जनवरीकी पहली तारीखको सुदी पड़वा होता था और नैर्गमिक रीतिमें मास शुरू होता था। अतः लोगोंने उस तिथिको मगुनवती समझकर उसी दिनमें वर्षारम्भ मनानेको जुलियमको बाध्य किया। इतिहास मचाही देना है कि जुलियम सीझरने प्रजाकी इच्छाका आदर करके अपना आग्रह छोड़ दिया।

वर्तमान ईसाई पचागकी यह मक्षिप्त कहानी है।

टोलेमीके बाद ग्रीकोकी खगोलशास्त्रीय आराधना मद होकर रुक गई थी मगर उस वक्त भी भारतमें खगोलज्ञानकी ज्योत जलती रही थी। ई स की पाचवी सदीमें आर्यभट्ट वृत्त आर्यभटीय, छठी सदीमें ब्राह्मिहिर द्वारा संपादित पञ्चमिहानिका और सातवी सदीमें ब्रह्मगुप्तवृत्त ब्रह्मस्फुट मिहान्न एक सङ्ग्राहक रचनाओंके प्रावटपके बाद भी लगे अरसे तक यह ज्ञानज्योत भारतमें प्रज्वलित रही थी।

आर्यभट्टके 'आर्यभटीय' ग्रन्थको आर्यमिहान्त भी कहा जाता है। 'आर्यभटीय' से पहलेके जो खगोलग्रन्थ थे वे मारे अपूर्ण या खरिद थे। इन सभीके ग्रहगणितकी सैद्धान्तिक बुनियाद कच्ची थी। आर्यभट्टने अपने जमानेके पहलेके खगोलशास्त्रके सभी उत्तम अंशको आत्मसात कर लिया था और फिर अपनी ओरसे बहुत-सी नई बातें जोड़कर भारतीय खगोलशास्त्रको सैद्धान्तिक रूप देनेवाले 'आर्यभटीय' ग्रन्थकी रचना की थी। उस ग्रन्थके अनुसार उस समयके युगारम्भ अथगतिमें अथवा सूर्योदयमें शुरू करनेकी दो पद्धतियाँ—नममें अर्यरात्रिक अथवा जीदयिक गणनायें—प्रचलित होनेका ज्ञान हुआ है।

आर्यभटीयमें ही भारतीय वैज्ञानिक खगोलशास्त्रका आरम्भ होता माना जा सकता है। वैसे तो यह ग्रन्थ बहुत बड़ा नहीं है फिर भी उसके १२१ श्लोकोंमें बहुत-सी बातोंका समावेश किया गया है। सूर्यग्रह मापावे कारण ही यह सभ्य ही मचा है। आर्यभटीयके चार विभाग हैं। (१) गीतिका पाद, (२) गणित पाद, (३) कालक्रिया पाद और (४) गोल'पाद। गीतिका पादमें केवल ११ श्लोक हैं, पर उनमें बहुत मामग्री ठूसठूस कर भर दी गई है। अक्षरों द्वारा मक्षिप्तिकरणके कारण बैसा किया जा मचा है। निम्न उदाहरणमें यह बात स्पष्ट हो जायगी। एक महापुणमें पृथ्वीके इर्दगिर्दके भूमिके ४३, २०, ००० भ्रमण (चक्कर) होते हैं यह बात 'रमु घू' द्वारा, चद्रके पृथ्वीके आमपामके ५७७, ५३, ३३६ भ्रमण 'चयगिघिडुगुल्ल' द्वारा और अपनी घुरी परसे पृथ्वीके १,५८,२२,३७,५०० चक्कर 'डिशिबुल्लूरय्यु' द्वारा दर्शाया गया है और उस जमानेके हिसाबमें वह बिलकुट नई बात थी।

गीतिकापादकी तरह आर्यभटीयके अन्य अध्याय भी माहिती मभर हैं। गणित पादकी एक बात आत्र भी आश्चर्यमें डाल दे उतने मूढम प्रकारकी है। व्यास और परिधिका सबध हम ग द्वारा दर्शाते हैं ग का मामान्य मूल्य $\frac{355}{113}$ लिया जाता है मगर वह अत्यत स्पूल है। ग का मूलम मूल्य ३.१४१५९२९ है। आकिमिडिस द्वारा दी गई $\frac{223}{71} = ३.१४२८$ वात्री कीमत दर्शावके तीमरे स्थान पर टूट जाती है। आर्यभट्टने ग की कीमा यो दी है—वर्तुडका व्यास १६६ सहाठ दशान

यदि २०,००० हो तो उसकी परिधि ६२८३२ होगा। इस प्रकार $\pi = ३.१४१६$ होता है जो π की आवुनिक सूक्ष्म कीमतके बहुत ही निकट है। इस परसे आर्यभट्टकी गणितीय शक्तिका हमें परिचय हो सकता है। आर्यभट्टका जन्म ई. स. ४७६ में हुआ था और उसने आर्यभटीयकी रचना ई. स. ४९९ में की थी। मतलब कि आर्यभट्ट केवल २३ वर्षकी छोटी उम्रमें ही खगोलविद् बन गया था! असामान्य मेधावी आर्यभट्टने अपना जन्मस्थान कुसुमपुर (बिहारका वर्तमान पटना) होनेका भी लिखा है।



बराहमिहिर

खगोलग्रन्थ न लिखा हो, उसका विद्यासामर्थ्य उसके संपादकीय कौशल्य और भाषाके द्वारा प्रकट हो जाता है। देशी-विदेशी अनेक विद्वानोंने सत्यनिष्ठ पंडितके रूपमें बराहमिहिरकी प्रशंसा की है। बराहमिहिरके द्वारा संपादित पाँच सिद्धान्तोंमें एक सिद्धान्त रोमक नामका है जो विदेशी ज्योतिष पर आधारित ग्रन्थरचना है।

बराहमिहिर उज्जयिनीका रहनेवाला था और उसने 'पंचसिद्धान्तिका' में ग्रहगणितके आरंभका वर्ष ई. स. ५०५ दिया है। इस वर्षको ग्रंथरचना-काल मान लें तो बराहमिहिर आर्यभट्टका समकालीन सिद्ध होता है। बराहमिहिरने आर्यभट्टका भी खगोलविद् के नाते उल्लेख किया है जो इस बातको पुष्ट करता है।

आर्यभटीयके अतिरिक्त दूसरा एक ग्रंथ भी आर्यभट्टके द्वारा लिखा गया माना जाता है। उस ग्रंथमें तिथि, नक्षत्र वर्गैरहकी गिनती की बातें हैं किन्तु वह आज उपलब्ध नहीं है।

प्राचीन भारतका दूसरा समर्थ खगोलविद् बराहमिहिर है। खगोलशास्त्रका प्रकांड पंडित होते हुए भी उसने अपना कोई खगोलग्रन्थ नहीं रचा है। उल्टे उसने अपने जमानेके पहलेके प्रसिद्ध पाँच सिद्धान्तोंका संपादन किया है। बराहमिहिरकी कोई खगोलरचना न होनेका हमें दुःख है किन्तु 'पंचसिद्धान्तिका' का जो संपादन उसने किया है वह इस दुःखको मिटा देनेवाली वस्तु है। इस संपादनकार्यके कारण ही हमें अपने प्राचीन मीरासका पता चला है। इतना ही नहीं किन्तु इसके जरिये खगोलशास्त्रकी कड़ियाँ भी प्राप्त की जा सकी हैं। बराहमिहिरने भले ही स्वतंत्र

खगोलकी प्राचीन विरासत : १६७

बराहमिहिरने अन्य ग्रथ भी लिखे हैं जिनमें 'बृहत् संहिता' मुख्य है। ज्ञानकोप तरहवे इस ग्रथमें उमने जनेक विद्याओवे विषयमें लिखा है। फरज्योनिष विभागवे कारण यह ग्रथ ज्योतिषियोगमें अति प्रसिद्ध है।

आर्यभट्ट और बराहमिहिरके बादका प्रसिद्ध खगोलशास्त्री ब्रह्मगुप्त है। ब्रह्मगुप्तका जन्म उत्तर गुजरातकी प्राचीन राजनगरी भोनमाल (या धीमाल) में ई स ५९६ में हुआ था। उसने खगोलशास्त्र पर दो ग्रन्थ रचे हैं। (१) ब्रह्मस्फुट सिद्धांत और (२) खडखाद्यक। ये दोनों ग्रन्थ बादमें अरबीमें अनुवादित होकर अल-सिद्दीह और अल-अरबंद नामसे प्रसिद्ध हुए थे। उन ग्रन्थोंके कारण भारतीय खगोल और गणितशास्त्र अरबों द्वारा सम्मानित हुआ था। इतना ही नहीं किन्तु दूर तुर्कस्तान तक उसकी प्रतिष्ठा फैली थी। ब्रह्मगुप्तने अपना प्रथम ग्रन्थ ३२ वर्षकी आयुमें और द्वितीय ग्रन्थ ६९ वर्षकी आयुमें लिखा था।

ब्रह्मगुप्त खगोलशास्त्रका प्रकांड पंडित था, किन्तु उमने देखा कि उससे पहले आर्य-भट्टने करीब मारा शास्त्र आर्यभट्टीयमें रख लिया है। शायद इस कारणसे ही या अन्य कारण (तीव्र वेधनुद्धि और शोधवृत्तिके कारण) से ब्रह्मगुप्तने आर्यभट्टकी बहुत स्थली पर बहुत आलो-

चना की है। पृथ्वीके अक्षभ्रमणकी बात का उमने खूब मजाक उड़ाया है। फिर भी खड-खाद्यकमें उमकी यह वृत्ति आर्यभट्टके प्रति जादर दिगताती मालूम हुई है। समभव है उसे अपना दृष्टि-दोष अवगत हुआ हो।



भास्कराचार्य-राय

ब्रह्मगुप्तकी विशेष देन वर्षमान-मुद्रिकी है। हमारे महान ज्योतिषी भास्कराचार्यने ब्रह्मगुप्तको गणकचक्र-चूडामणि कहा है। ब्रह्मगुप्त कितना बड़ा गणित-ज्योतिषी आचार्य होगा उसका खयाल हम बातसे आ सकता है।

ब्रह्मगुप्तके बादके भारतीय महान सिद्धान्तकारोंमें प्रमुख भास्कराचार्य (१२ वीं सदी), गणेश दंडवत (१६ वीं सदी) और जयसिंह (१८ वीं सदी) हैं। उनके बारेमें लिखनेसे पहले अरबी खगोल-विकासके इतिहासका परिचय पा लेना ठीक होगा।

यह तो हम देख चुके हैं कि पश्चिमके देशोंमें, टोलेमीके बाद खगोलशास्त्रका विकास रच गया था। हमने यह भी देखा कि उस कालमें खगोलकी ज्योति भारतमें जलती रही थी १६८ ब्रह्मांड दर्शन

और ई. स. की ७ वीं सदीमें महान खगोलशास्त्री ब्रह्मगुप्त द्वारा हमें दो ग्रन्थ प्राप्त हुए थे। ब्रह्मगुप्तके कालमें ही अरबस्तानमें इस्लामका उदय हुआ था और मुस्लिम धर्म पड़ोसके देशोंमें प्रसरित होने लगा था। मुसलमानोंने सीरिया, मिस्र, उत्तरी अफ्रिका, स्पेन, सिसिली, तुर्कस्तान, ईरान और हिंद तकके प्रदेशोंको जीतकर उन सब स्थानोंमें इस्लामको फैलाया था। धर्मप्रचारके साथ-साथ उन्होंने संस्कारका एवं संस्कृति-प्रचारका भी ध्यान रखा था। फलतः ज्ञानविज्ञानकी शाखाओंके अध्ययनके लिये उनके द्वारा प्रयत्न किये गये थे। अन्य देशोंमें खगोलकी दृष्टिसे जो उत्तम था, उसे प्राप्त करनेकी और उसे संस्कारनेकी मुस्लिम राजकर्ताओंकी दृष्टिने खगोल-विज्ञानके कार्यको बहुत आगे बढ़ा दिया। ई. स. ७७३ में खलीफ अल-मन्सूरने ब्रह्मगुप्तके दोनों ग्रन्थोंका अरबीमें अनुवाद करवाया था। इतना ही नहीं किन्तु उन ग्रन्थोंके हिसाबसे आकाशीय ज्योतिष्योंके गणितमें संस्कार करनेकी जरूरत दिखाई देने पर नये सिरसे उचित वेध लेनेका उसने अपने पंडितोंको हुक्म दिया था।

मिस्र पर की इस्लामी सत्ता मजबूत होनेके बाद टोलेमीके ग्रन्थकी जानकारी प्राप्त हुई। उस समय मुस्लिम साम्राज्यकी राजधानी बगदाद थी। खलीफ अल-मामूनने अनुवाद विभागके पंडितोंको टोलेमीके ग्रंथ सिन्टेक्सिसका अनुवाद करनेका आदेश दिया। ई. स. ८२७ में वह अल-माजेस्ट नामसे प्रकाशित हुआ। सिन्टेक्सिसका अनुवाद करनेवालोंमें प्रमुख विद्वान दार्शनिक इब्न इनाक और उसके शिष्य थे। टोलेमीके ग्रन्थके अतिरिक्त उन्होंने अरस्तुके ग्रंथका भी भाषांतर किया था।

खलीफ अल-मामून खगोलशास्त्रका भर्षज था। उसने ई. स. ८२९ में वेधशाला स्थापित की और उसे अनेक प्रकारके यंत्रों और साधनोंसे सज्ज किया। फल यह हुआ कि उस जमानेके खगोलविदोंने सूर्यकी परमक्रांतिको नापा और उसकी नाप $23^{\circ} 34'$ होनेका घोषित किया। रवि-परमक्रांतिके हिसाबसे यह नाप उस समयकी सही नापसे सिर्फ डेढ़ कला कम थी।

वेधोंका कार्य चलता ही रहा था। ई. स. ८३६ में खगोलशास्त्री थेवितने वेधोंके आधार पर नक्षत्रवर्षकी नाप ३६५ दि. ६ घंटे ९ मि. ११ सेकण्ड घोषित किया। उसकी इस नापमें सिर्फ १.४ सेकण्डकी कसर रहने पायी थी। साधनोंकी कमी हों और सूक्ष्म साधनोंका अभाव हो ऐसे समय थेवितने उपर्युक्त सूक्ष्म नाप कैसे नापा होगा यह अत्यंत आश्चर्यजनक घटना है। सही बात यह है कि इस्लामी खलीफाओंने डेढ़ सौ वर्षोंकी कम अवधिमें ही खगोलकी विरासतको इतना विकसित किया था कि उस समय वेधकलामे प्रवीण अनेक वेधकार प्राप्त हो सकते थे। थेवित उन सबमें शिरोमणि था।

इस अरसेमें एक और बात बनी। खगोलशास्त्र गणित पर आधार रखता है। रोमन आँकड़े गणितके ज्यादा अनुकूल न थे। और उनमें शून्य (०) की संज्ञा न थी। इस कारण खगोलशास्त्र आँकड़ोंमें उलझा हुआ रहता था। आरबोंने देखा कि इस कामके लिये भारतीय अंकगणना बहुत उपयोगी है। उन्होंने सिर्दाहदमें एवं और ग्रन्थोंके भाषांतरोंमें भारतीय अंकपद्धतिको अपनाया। इतना ही नहीं मगर उसका अन्य देशोंमें प्रचार भी किया। नतीजा यह हुआ कि बड़े-बड़े गणितशास्त्रियोंके नाकों दम करनेवाले गणितात्मक हिसाब बहुत सरल बन गये और बीजगणित और त्रिकोणमितिका विकास जोरोंसे बढ़ने लगा।

खगोलकी प्राचीन विरासत : १६९

बेगसालका क्षेत्र सिर्फ बगदाद तक ही सीमित न था। और स्थानोंमें भी बेघसालाये स्थापित की गई थी और वहां प्रसिद्ध खगोलविद् बेघसाय करते थे। टोत्रेमीके काष्ठको और बेघ-सिद्ध ग्रहस्थितियोंमें फर्क दिखाई देने लगा था इस कारण नये बेघोंके द्वारा कोष्ठकोको सुधारनेकी आवश्यकता महसूस हुई थी। अल-बनानी वहां बेघकार एवं खगोलशास्त्री था। अनेक बेघोंके आचार पर उसने काष्ठकोमें सुधार किये। इतना ही नहीं किन्तु रविमागके तियक्त्वको भी उसने फिरसे नापा। उसके द्वारा नापा गया निर्यक्त्व लगभग शुद्ध था। ग्रहोंके कोष्ठक तैयार करनेके अलावा उसने बसंतमपानका स्थान निश्चित करके अयनमतिको नये मित्रमें खोजा था। मिर्दादि और अल-अर्कंदके पुगने अनुवाद मनोपप्रद नहीं दिखाई देने पर उसने उनके अनुवाद फिरसे किये। इतना ही नहीं किन्तु त्रिकोणमितिके लिये ग्रीकोकी जीवाका त्याग करके भारतीय अर्धजीवा (ज्या) को उसने पसंद किया। इतना कर चुकनेके अलावा उसने खगोलीय बेघोंके व्योरे भी प्रकाशित किये थे। अन्य ज्ञानोंमें कहें तो अल-बनानीने उसके जमानेके हिमाव से बहुत ही अच्छा काम किया था।

८ वीं सदीमें मुसलमानोंने स्पेन विजित किया था। बादमें १० वीं सदीमें (ई स ९७०) में) कोरदोरा नगरमें उन्होंने बेघसाला स्थापित की थी। यह बेघसाला बगदादके विद्याकेन्द्रकी प्रतिस्पर्धी मस्था बन गई थी। इसी तरह राका और टोलेडो नगरोंमें बेघसालाये स्थापित की गई थी और वहां अनेक प्रकारके मनोघन-काम चलने थे। इनके अलावा तारा-सूचियों और तारग-नक्षत्रोंका काम भी वहां चलता था। ताराओंके नाम अरबीमें दिये गये थे जो आज भी जन-साधारणके उपयोगमें हैं।

उस समयके उत्तम बेघकारोंमें प्रमुख अबु अल-बेफा, अबु मुहम्मद अल-बोक्दी, अल-हसन, अल-मिनहगी, अल-सूफी, गियोनियद, नासिरुद्दीन और उतुघरेग हैं। अल-हसनने पृथ्वीकी परिधि नापकर घोषित किया था कि वह ४१,००० किन्ट्रोमीटर है। प्रकाशके बरीमवनके थारेमें भी उसने मनोघन किया था जो बादमें केप्लरके बहुत काम आया। अल-सूफी द्वारा तैयार किये गये तारापत्रकोंमें तारासमूहोंकी आकृतियोंके साथ उनके वय भी बनाये गये थे। ये सारी बातें उतुघरेगको बहुत उपकारक साबित हुई थी। गियोनियदने ईरानियोंमें ज्ञान हासिल किया था। उसका खोजा हुआ मायन वर्षमान ३६५ दिवस ५ घंटे ४९ मिनट ३५ सेकंडका है जो सही वर्षमानसे सिर्फ १७५ सेकंड अधिक है। गियोनियद द्वारा प्राप्त यह वर्षमान उसकी उत्तम बेघ-शक्ति दर्शाना है। उसके जमानेके हिमावने यह अत्युत्तम वर्षमान-सूचक मानी जायगी। स्पूत माघनैके जमानेमें इस प्रकारकी मिद्धि प्राप्त करना बेघकारकी भूमि-बूझका ही परिणाम समझा जायगा। अल-मिनहगीकी प्रसिद्धि खगोल विषयक पाठ्यपुस्तक लिखनेवाले लेखके नाते है।

उमर खैयामका नाम खगोलोंके लेखके रूपमें हम सबकी विदित है। बहुत कम लोग यह जानते होंगे कि वह भी एक समय खगोलशास्त्री था। सल्जुख मुल्तान जलालुद्दीनके दरबारका वह माननीय गणितज्ञ था। मुल्तानकी दृष्टि अपने राज्यमें प्रवर्तमान पचागकी दुस्मत् करनेकी थी। उमर खैयामने वह काम मुबारक दायरे किया। उसके द्वारा सस्वारा गया पचाग ग्रेगरी पचागसे भी उच्च कोटिका बना था। खेदकी बात है कि आज वह पचाग अप्राप्य है और १७०० ब्रह्मांड दर्शन

इस कारण खगोलशास्त्रीके रूपमें उमर खैयामके बारेमें विशेष जानकारी नहीं मिल पायी है। हाँ, एक बात और जरूर मानप्रद है। बीजगणितकी रचनाके कारण उमर खैयामकी ख्याति विद्वानोंमें फैली हुई है। उमर खैयामके बाद ५००



उलुघवेग

सालके पीछे पश्चिमी संसारने जो संशोधन किये थे वैसे कई एक सिद्धान्तोंका उमर खैयामने ई. स. की ११ वी सदीमें प्रतिपादन किया था। उसके रचे हुए बीजगणितका पाँचवाँ खण्ड हाल हीमें (ई. स. १९३१ में) प्राप्त हुआ है। इस खण्डको उसके पहलेके चार खण्डों जैसी ही मूल्यवान रचना माना जाता है। गणितज्ञ उमर खैयामकी मृत्यु ई. स. ११२३ में हुई थी।

बारहवी सदीके बाद मुस्लिमोंकी खगोल-साधनामें भाटा आना शुरू हो गया। तेरहवी सदीमें बहुत ही कम कार्य हुआ था। मगर १४वी सदीमें वह और ज्यादा विकसित बना। फिर भी यह विकास ज्यादा न टिकने पाया। उसके विकासकर्ताकी मृत्युके साथ ही वह भी रुक गया।

उलुघवेग राज्यकर्ता होने पर भी एक बड़ा खगोलविद् था। प्रसिद्ध तैमूर लंगका वह पौत्र था। उसकी राजधानी समरकंदमें थी। वेधशाला और वेधोंमें उसे बहुत दिलचस्पी थी। उसने वेधशालाका तंत्र अत्यंत व्यवस्थित बनाया इतना ही नहीं परंतु वेधोंकी सूक्ष्मताके लिये उसने ५० मीटर ऊँचा शंकु स्थापित किया और उसकी सहायसे अयनगति और रविपरममंदफल नापे। उलुघवेगके हिसाबसे अयनगति ७० वर्षोंमें १ अंग थी। उसने तारापत्रक और ग्रहकोष्ठक भी नये सिरेसे बनाये थे। परम दुःखकी बात यह है कि ऐसे विद्याव्यासंगी राजाका उसके पुत्र और संबंधियोंने राज्यलोभके कारण ई. स. १४४९ में बध कर दिया।

उलुघवेगके बाद अरबोंकी खगोलविषयक प्रवृत्ति मंद हो गई और समयके बीतनेके साथ वह विलकुल रुक गई।

ई. स. की पंद्रहवी सदीके बाद पश्चिमके देशोंमें—खासकर यूरोपमें—खगोलका पुनरुत्थान होने लगा। खगोलकी यह आराधना इसके पहलेकी उपासना की अपेक्षा अलग प्रकारकी थी और ऐसा होनेका कारण भी था। उस समयके खगोलविदोंने सदियोंसे चला आता अरस्तु और टोलेमीके शास्त्र-प्रामाण्यका खात्मा करके बुद्धि-प्रमाणकी स्थापना की थी। उस जमानेका

खगोलकी प्राचीन विरासत : १७१

मन्त्रों पढ़कर शक्तिशाली खगोलज्ञ निकोलस कोपरनिकस था। अपने समय तक चली आती 'पृथ्वी विश्वका केन्द्र है' वाली मान्यताको उसने काट डाला था। कोपरनिकसके बाद गेलिलियो, केप्लर और न्यूटन जैसे समर्थ खगोलशास्त्री पैदा हुए जिन्होंने समग्र विश्वके चित्रको आधुनिक स्वरूपमें पेश किया। हम गेलिलियोका मुन्के चंद्रोके शोधकके रूपमें, केप्लरका उसके तीन नियमों के लिये और न्यूटनका गुरुत्वाकर्षण सिद्धांतके लिये आदर करते हैं। इन तीनोंमें सबसे ज्यादा यातना गेलिलियोको भुगतनी पड़ी है। घमण्डालोकी धाक होने हुए भी—काम करके बूनों जैसे खगोलशास्त्रीको घमण्डालोने ज़िदा जला देने पर भी—खगोलविदोंने निर्भयतासे अपना कार्य जारी रखा था।

नूतन युगके खगोलशास्त्रियोंकी बात करनेसे पहले उसी युगके भारतीय खगोलशास्त्रियोंकी थोड़ी बात कर लेना उपयुक्त होगा। उपयुक्त इस अर्थमें कि अरबोंकी खगोलोपासना बढ़ हो गई थी उस वक्त भी भारतमें खगोलका अध्ययन सक्रिय रहा था। इतना ही नहीं खगोलके पश्चिमी नूतन युगके बाद भी वह थोड़े-बहुत अंशोंमें आज पर्यंत चल रहा है।

ई स की दसवीं सदीमें १७ वीं सदी तकके भारतीय खगोलशास्त्रियोंमें प्रमुख आर्यभट्ट द्वितीय, भास्कराचार्य, भकरद, गणेश दीवज और जयसिंह हैं।

आर्यभट्ट द्वितीय विद्वान आचार्य था। आर्यभट्ट प्रथमकी जिन बातोंका ग्रहगुप्तने अपने ग्रथमें खंडन किया था उन सब बातोंको उसने सुधारकर अपना महासिद्धांत ग्रन्थ रचा था। उसने आर्यभट्ट प्रथमने अलग प्रकारकी मगर बहुत ही सरल ढंगकी सन्ध्यालेखन पद्धति गड़ी थी जो कटपपादि पद्धतिके नामसे मशहूर है। अयनचलनके बारेमें सर्वप्रथम बात उसने ही कही है।

भारतके गणनानाम पुराने खगोलशास्त्रियोंमें भास्कराचार्य अत्यंत प्रसिद्ध हैं। ई स १११४ में जन्मे इस विद्वानने ३६ सालकी आयुमें मिथ्यात शिरोमणि और ६९ की आयुमें करणकुतूहल नामक ग्रंथ रचे थे। मिथ्यात शिरोमणिमें ज्योतिष सिद्धांतके सारे तथ्योंको विस्तारमें एवं उपपत्तिके साथ दिया गया है। खगोलशास्त्रियों द्वारा सिद्धांत शिरोमणिकी गणना उत्तम ग्रन्थके रूपमें की जाती है। करणकुतूहल पचास बनानेके लिये उपयोगी ग्रन्थ है।

भास्कराचार्यने आकाशके प्रत्यक्ष वेध बहुत कम लिये हैं। फिर भी उसके द्वारा आविष्कृत चंद्रगणितका तिथिसंस्कार महत्त्वका खगोलप्रदान समझा जाता है।

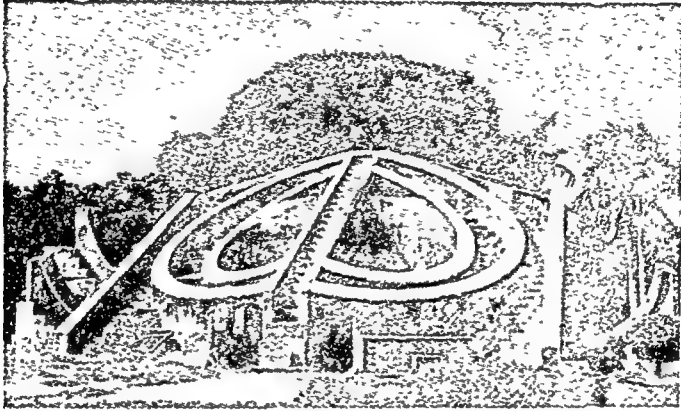
खगोलशास्त्रियोंमें भास्कराचार्य सचमुच ही भास्कर या सूर्य था। उसके बाद उसके जैसा समर्थ शास्त्री कोई नहीं हुआ है। यह होते हुए भी भारतीय परंपरागत खगोल-संशोधन चलता ही रहा है। गणेश दीवजने ग्रहाघब ग्रंथकी रचना की है जिसमें उसने ज्या और कोज्याकी छोड़कर हिमाशोकी खूब सरलता कर दी है। ग्रहोंके वेधोंका वह पक्षपाती था। उसका ग्रंथ आज भी काममें लिया जाता है, जो कि वह अत्यंत स्वाभाविक बन गया है।

वेधपरंपराके पुराने वेधकारों और खगोलशास्त्रियोंमें जयसिंहका अंतिम गिनना चाहिये। कारण यह है कि उसके बाद समग्र दुनियामें नूतन खगोलपद्धतिका प्रसार हो गया था। सवाई जयसिंह दूसरेके नामसे प्रख्यात इस खगोलज्ञ जयसिंहका जन्म ई स १६८६ में हुआ था।

१७२ ब्रह्मांड दर्शन

१३ सालकी उम्रमें आमेरकी गद्दी पर बैठनेवाले उस राजाने ही जयपुर वसाया था। इतना ही नहीं किन्तु उसे विद्याका केन्द्र और वेवशाला-घाम बनाया था। जनता आज 'वेवशाला' शब्दसे परिचित है उसका श्रेय जयसिंहको ही है।

जयसिंह विद्वान राजा था। उसने अपने समयकी तमाम खगोल पुस्तकोंका एवं पंचांगोंका गहरा अध्ययन किया था। ईसाई और अरब देशोंके खगोलविषयक ग्रंथोंका सस्कृतमें भाषांतर करनेका काम उसने निर्णोत खगोलविद् जगन्नाथको सौंपा था। जयसिंहने मुस्लिम और क्रिश्चियन विद्वानोंसे भी बहुत महत्त्वपूर्ण शोधकार्य करवाया था।

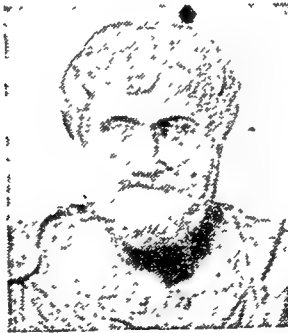


जयपुरकी वेवशालाका एक हिस्सा

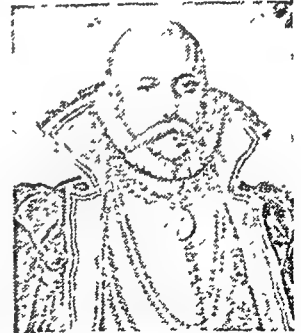
जयसिंहकी खास देन खगोलविषयक साधनोंमें सुधार करके वेवशालाये स्थापित करनेकी है। नाडीयंत्र, गोलयंत्र, दक्षिणोदिग्भित, सम्राटयंत्र, जयप्रकाश, वृत्तपट्टांशक आदि साधन उसकी



फार्किमोहंश



एरिस्टोडल



दायको दाहे

वेवशालाओमें उपयोगमें लिये जाते थे। तारों और ग्रहोंके आकाशीय स्थानोंकी गिनतियाँ एवं ग्रहकोष्ठकोमें जो गलतियाँ थीं उन्हें सुधारनेके लिये उसने भगीरथ प्रयत्न किया है। अपने

खगोलकी प्राचीन विरासत : १७३

समयकी समरकदकी विख्यात वेधशालामें जा विविध यंत्र थे ठीक वैसे ही। यंत्र उमने बनवाये थे। हाँ, उसने उन यंत्रोंकी सामियोंको दूर किया था और नये यंत्र ईटचूनेके बनवाये थे। इन नये यंत्रोंके निरीक्षणोंके आधार पर तैयार किये गये ग्रहकोष्ठक 'श्रीज महामदसाही' के नामसे पहचाने जाते हैं।

जयसिंह अपने जमानेका सर्वश्रेष्ठ वेधकार था। उसके जमानेके बाद यूरोपमें दूरबीनकी खोज हुई और उसीके कारण खगोलमें जो प्रगति हुई उसमें भारत कदम नहीं मिला सका और भारतीय खगोलशास्त्रकी पुरानी विरासत वहीं रुक गई।

जयसिंह द्वारा स्थापित की गई दिल्लीकी (और अन्य) वेधशाला आज काम नहीं देती है परन्तु फिर भी 'जतर-मतर' के नामसे वह लोगोके आकर्षणकी वस्तु बनी रही है। जयपुरकी वेधशाला आज भी अच्छी स्थितिमें है अलबत्ता वह आजके जमानेके अनुसार सूक्ष्म वेधोक्त नाम से सके बँसी नहीं है।

जरस्तु और टॉलमीकी खगोलविषयक विचारमरणीमें दोष होनेका बताया कापरनिकमने। उसके समय तक ग्रहोंके कोष्ठक पुरानी पद्धति अनुसार तैयार किये जाते थे। उन कोष्ठकोंके आधार पर समुद्रके नाविक अक्षांश जानते थे। हुआ ऐसा कि गुरु और चंद्रके वेधोंके आधार पर बीच समुद्रमें अक्षांश खोजनेमें ई. स. १४९३ में कोलंबस असफल रहा और दिना ज्ञान गँवा बैठा। दूसरे अन्य नाविकोंकी भी ऐसी ही दशा हुई। यह सब होनेका कारण ग्रहोंके कोष्ठका की अपूर्णता थी। वे नहीं सही थे। मगर उनके शोधोक्तों सुधारा कैसे जाय? इस सबधमें जो भी प्रयत्न किये गये वे सभी असफल रहे।

इस असफलाने कोपरनिकसको ग्रहगतिका नया मित्रात खोजनेकी प्रेरणा दी। अपने जमानेमें उपस्थित सारा खगोल साहित्य प्राप्त करके कोपरनिकमने उसका गहरा अध्ययन किया और बादमें ग्रहोंके चित्र लेनेका काम शुरू किया। २५ साल तक वह निष्ठापूर्वक इस कामके पीछे लगा रहा, और इस दरमियान उसने ग्रहोंके अनेक वेध लिये और उनसे मध्याह्न अनेक श्रुतियोंकी वह तुलना करता रहा। आखिरमें उसे सफलता प्राप्त हुई। उस अभिनव ज्ञानकी उसने अपनी पुस्तकमें सन्निवद्ध किया। कोपरनिकमने किताब तैयार की सही मगर उसे मुद्रित करे कौन? उस जमानेके धर्मगुरुओंकी पाक बढ़न भारी थी और इस कारण ई. स. १५२९ में तैयार की गई किताब छपी ठीक १५४३ में। २३ मई १५४३ का दिन कोपरनिकसकी मृत्युका अगला दिन था। पुस्तक प्रकाशित हुई और कोपरनिकसकी आत्मा अन्तमें मिल गई।

कोपरनिकमने अपनी पुस्तकमें कौनसी बातें लिखी थी? उसने लिखा था कि पृथ्वी विश्वके केन्द्रमें नहीं है। विश्वके केन्द्रमें सूर्य है। उसने यह भी कहा कि पृथ्वी अपनी धुरीके इर्दगिर्द एक सूर्यके मी इर्दगिर्द घूमती है। यानी पृथ्वी भी एक ग्रह है, चंद्र ग्रह नहीं है। वह पृथ्वीके चारो ओर घूमनेवाला उपग्रह है।

'विश्वकेन्द्र पृथ्वी' वागी मान्यताका इस तरह आत्मा हो जानेकी बात धर्मगुरु कैसे वरदायन करें? धर्मशास्त्रोंमें विरुद्ध कहने या लिखनेवालेको कड़ी नज़रमें देखा जाता था और उसे १७४ - ब्रह्मांड रसम

विविध प्रकारसे सताया जाता था। मगर कोपरनिकसके साथ यह सवाल रहा ही न था क्योंकि पुस्तक प्रकाशित होनेके दूसरे ही दिन कोपरनिकस पचत्वको प्राप्त हुआ था।

कोपरनिकसकी पुस्तकके कारण शुरूमे ज्यादा हो-हल्ला नहीं मचा पर उसके आधार पर तैयार किये गये ग्रहकोष्ठकोंके कारण किताबमे लिखा गया तथ्य खगोलज्ञोंकी समझमे आया और उन सभीको ग्रहगणितका सवाल सुलझता हुआ नजर आया।

यों शास्त्रीय गंगा ग्रीक फिलॉसफीसे उलटी ही बहने लगी।

कोपरनिकसके बाद तीन खगोलशास्त्री हुए जो एक दूसरेके समकालीन थे। टायको ब्राहे, गेलिलियो और केप्लर। टायको ब्राहे सूक्ष्म नाप लेनेवाला उत्तम वेधकार था। उसने देखा कि पृथ्वी विश्वका केन्द्र नहीं है यह बात अनेकोको पसन्द नहीं है। इसलिये उसने कोपरनिकस के सिद्धांतमे थोड़ा हेरफेर करके अपना (टायकोनिक) सिद्धान्त पेश किया। उस सिद्धांतके अनुसार पृथ्वी विश्वके केन्द्रमे रहती थी और सूर्य एव चंद्र उसके इर्द-गिर्द घूमते थे। इतना ही नहीं परन्तु कोपरनिकसके अनुसार ग्रह सूर्यके इर्द-गिर्द घूमते थे। टायको ब्राहेके वेध केप्लरके काम आये थे। इसीलिये टायकोको यह विश्वास हो गया था कि केप्लर एक दिन उसके (टायकोके) सिद्धांतकी सचाई प्रमाणित करेगा। मगर हुआ इससे विलकुल उलटा। केप्लरने टायको ब्राहेके सिद्धांतको गलत घोषित किया।

ऐसा कहा जा सकता है कि केप्लरने एक प्रकारसे कोपरनिकसका अचूरा काम पूरा किया। ग्रह वर्तुलमे घूमते हैं कि वृत्त-परिवृत्तमे इस बातके बारेमे कोपरनिकसने कुछ नहीं कहा था। केप्लरने स्पष्ट रूपमे कह दिया कि सारे ग्रह सूर्यके इर्द-गिर्द दीर्घवृत्तमे घूमते हैं। सूर्य इस दीर्घवृत्तके एक केन्द्रमे होता है। इसके साथ-साथ केप्लरने और दो नियम भी घोषित किये। फलतः ग्रहोंके वृत्त-प्रतिवृत्तके सारे भूत अदृश्य हो गये।

अरस्तुकी फिलॉसफीका विरोध करनेवाला गेलिलियो केप्लरका समकालीन था। दूरबीनकी बात सुनकर और उसे तैयार करनेकी जानकारी प्राप्त करके उसने खुद एक दूरबीन बनाई। और उस दूरबीनसे उसने आकाशकी ओर देखा। आकाशीय पदार्थोंको दूरबीनसे देखनेवाला वह प्रथम खगोलशास्त्री था। दूरबीनसे उसने गुरुके चन्द्र, शुककी कलाये और चंद्रके ज्वालामुखोंको देखा और केप्लरके नियम सच्चे होनेकी प्रत्यक्ष साविती प्राप्त की; जो कि इस ज्ञानप्रचारकी बहुत कड़ी सजा उसे भुगतनी पड़ी थी।

गेलिलियोका जिस साल देहांत हुआ उसी साल महान गणितशास्त्री न्यूटनका जन्म हुआ था। न्यूटनने खगोलशास्त्रके सिद्धांतोंकी काया आमूलग्र पलट दी। न्यूटनकी दो खास खोजे अत्यंत महत्वकी बन पड़ी। (१) दूरबीनमे ताल (लेंस) का प्रयोग करनेके बदले दर्पणका उपयोग करनेसे रंगावरण दूर किया जा सका और (२) गुरुत्वाकर्षणके नियमोंके कारण अनजाने ग्रहोंकी खोजे हुई। न्यूटनका रचा हुआ 'प्रिन्सिपिया' ग्रन्थ नई दृष्टि और नये ढंगको प्रस्तुत करनेका आरंभ सूचित करता है। दूसरे प्रकारसे कहे तो न्यूटनसे आधुनिक खगोलशास्त्रका युग शुरू होता है। महा मेघावी न्यूटनके द्वारा ही खगोलका अज्ञात पर्दा उठाया गया और अनंतमे विहार करनेवाली ज्योतियोंके परिचयका श्री गणेश हुआ।

खगोलकी प्राचीन विरासत : १७५

२१. प्राथमिक खगोलशास्त्र

आकाशीय ज्योतिषोंमें सबष रखनेवाली विद्या खगोलशास्त्र या ज्योतिषशास्त्र है। आम लोग जिसे 'ज्योतिष' कहकर पुकारते हैं वह वास्तवमें फलज्योतिष (Astrology) है, खगोलशास्त्र नहीं। वैज्ञानिक फलज्योतिषको शास्त्र नहीं समझते हैं।

आकाशीय ज्योतिषोंकी गतिविधि, उन गतिषोंके नियम, आकाशीय पिंडोंके आयतन, द्रव्यमान, रंग, तेजस्विता आदिसे अतिरिक्त इन ज्योतिषोंके स्वरूप, उनकी संरचना, भौतिक परिस्थिति और उनके पारस्परिक प्रभाव इत्यादिकी चर्चा जिस शास्त्रमें की जाती है वह खगोलशास्त्र है।

आधुनिक खगोलशास्त्रकी नीचे लिखी अनेक शाखा-प्रशाखायें हैं

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| (१) वर्णनात्मक खगोल | (२) गोलीय खगोल |
| (३) व्यावहारिक खगोल | (४) सैद्धान्तिक खगोल |
| (५) गणितीय खगोल | (६) भौतिक खगोल |
| (७) रेडियो खगोल | (८) नीतरणी (नाविकी) खगोल |
| (९) क्ष-किरण खगोल | |

अब तक इस पुस्तकमें जिन बातोंकी चर्चा हमने की है उसका स्वरूप वर्णनात्मक ढंगका ही रहा है। मतलब यह कि गणितशास्त्रके सिद्धांत और उनके नियमोंकी चर्चा हमने नहीं की है और न अब ऐसी चर्चा करनेका कोई इरादा भी है। फिर भी इन दो बातों—वर्णन और गणित—के आपसी संबंधको स्पष्ट रूपसे समझ लेना अनुचित न होगा। और उस नाते आकाशीय ज्योतिषों (विशेष करके सूर्य, चन्द्र, ग्रह और तारों) में अच्छा परिचय होना आवश्यक माना जायगा। इसके अतिरिक्त ये सारे आकाशीय पदार्थ अंतरिक्षमें किस तरह सरकते हैं उनका भी स्पष्ट ज्ञान होना बहुत जरूरी है। तारों और तारामण्डलोंका परिचय अन्यत्र (इन पुस्तकके २३ वें अध्यायमें) कराया गया है। यहाँ उनकी आकाशीय स्थितियों और गतिविधियोंके बारेमें प्राथमिक चर्चा करेंगे।

चारों ओरसे पृथ्वीको घिरे घेर रक्खा है और जिसमें सूर्य, चन्द्र, तारे और ग्रह हीरोंके झुमकोंकी तरह जड़े हुए दिखाई देते हैं वह नीला विमान ही हमारा खगोल है। उपर्युक्त सारी ज्योतिषों इस गोचरके पूर्वमें उगती हैं और पश्चिममें अस्त होती हैं। या ऐसा कहा जा सकता है कि तारों भरा आकाश पूर्वसे पश्चिमकी ओर गतिशील है। आकाशीय विमान की यह गति उसकी सच्ची गति नहीं है—वह शून्य (आमामीय) है। पृथ्वी अपनी धुरी पर १७६ ग्रेड्स दक्षिण

पश्चिमसे पूर्वका चक्कर काटती रहती है इसी कारण आसमानी वितान पूर्वसे पश्चिमकी ओर गतिशील दिखाई पड़ता है।

पृथ्वी पर गाँव, गहर, नदी, पर्वत, जंगल वगैरह जिस प्रकार दिखाये जाते हैं ठीक उसी तरह खगोलक पर भी आकाशीय ज्योतियोंको दिखाया जाता है। फर्क केवल यह है कि पृथ्वीके गोलैको वाहरसे देखा जाता है जबकि खगोलकको भीतरसे। अक्षांशों और देशांतरोंके द्वारा पृथ्वीके स्थानोंको निश्चित किया जाता है वैसे ही आकाशीय अक्षांशों और देशांतरोंके द्वारा ज्योतियोंके स्थान निर्णय किये जाते हैं।

खगोलक पर स्थान-निर्देश किस प्रकार किया जाता है उस बातको समझनेकी अब हम चेष्टा करेंगे। पृथ्वीकी नाई खगोलकके भी विषुववृत्त और ध्रुव हैं। पृथ्वीके अक्षको दोनों ओर बढ़ाने पर वह आसमानसे दो बिंदुओंमें जा मिलता है। ये दोनों बिंदु हमारे आकाशीय ध्रुव हैं। पृथ्वीके विषुववृत्तीय तलको फैलाने पर वह आकाशको बड़े वृत्तमें काटेगा। यह वृत्त होगा हमारा आकाशीय विषुववृत्त। दोनों आकाशीय ध्रुव इस विषुववृत्तसे समान अंतर पर हैं। ऐसा भी कहा जा सकता है कि आकाशीय विषुववृत्तका हरेक बिंदु दोनों आकाशीय ध्रुवों से समान अंतर पर है।

सुविधाके कारण, आकाशीय विषुववृत्त और आकाशीय ध्रुवबिंदुओंको संक्षेपमें हम विषुववृत्त और ध्रुव कहेंगे।

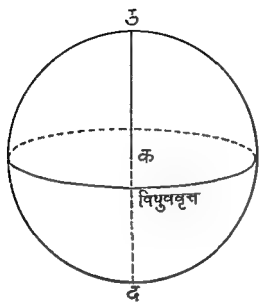
आकृति १ देखिये। उसमें विषुववृत्त, उत्तरध्रुव (उ) और दक्षिण ध्रुव (द) दिखाये गये हैं। ध्रुवोंको जोड़नेवाली उब रेखा पृथ्वी-धुरीकी दिशा रेखा है और विषुववृत्तीय समतलसे वह समकोण बनाती है। यह रेखा विषुववृत्तके और साथ-साथ खगोलकके केन्द्र क में होकर गुजरती है और कउ = कद होता है।

आकृति २ और २ अ में दिखाया गया विषुववृत्तीय तल (जो उब रेखाको लंब है) पूर्व और पश्चिम बिंदुओंसे गुजरनेवाला वृत्त है यह बात असानीसे समझी जायगी। विषुववृत्त पर, एकदूसरेके बराबर आमने-सामने पूर्व और पश्चिम बिंदु रख लिये जायें तो कपूर्व, कप, कउ और कद सभी खगोल-त्रिज्यायें बनेंगी और आपसमें एक समान होंगी।

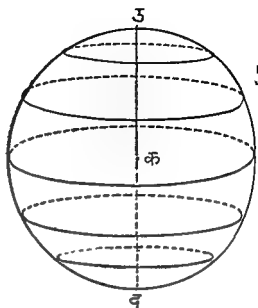
अब आकृति ३ देखिये। विषुववृत्तके समांतर बहुतसे और वृत्त वहाँ दिखाये गये हैं। ये सारे वृत्त उब के साथ समकोण बनाने पर भी विषुववृत्त ऐसे बड़े वृत्त नहीं हैं। एक बात और भी है। उपर्युक्त सारे वृत्तोंके केन्द्र खगोलकवाला केन्द्र नहीं हैं। ये सारे वृत्त लघुवृत्त हैं : विषुववृत्त और दूसरे और वृत्त जिन सबका केन्द्र क है गुरुवृत्त है। आकृति ४ देखिये।

आकृति ५ में दो गुरुवृत्त एक दूसरेको प और पू में काटते दिखाई देते हैं। इन दोनोंमेंसे एक विषुववृत्त है और दूसरा होरावृत्त। होरावृत्त उत्तरध्रुव, पूर्वबिंदु, दक्षिण ध्रुव, और पश्चिमबिंदु में होकर गुजरता है। होरावृत्तकी तुलना पृथ्वीके गोलै परके देशांतरवृत्तके साथ की जा सकती है। पृथ्वीके देशांतरवृत्त विषुववृत्तके साथ समकोण बनाते हैं उसी प्रकार होरावृत्त भी विषुववृत्तके साथ समकोण बनाता है। आकृतिमें दिखाये गये उपस, उपूर, उपस और उपर सभी समकोण हैं।

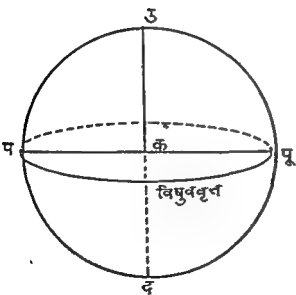
प्राथमिक खगोलशास्त्र : १७७



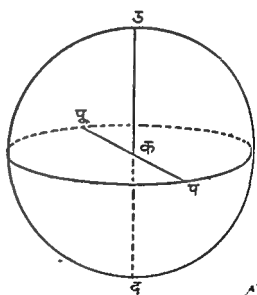
१



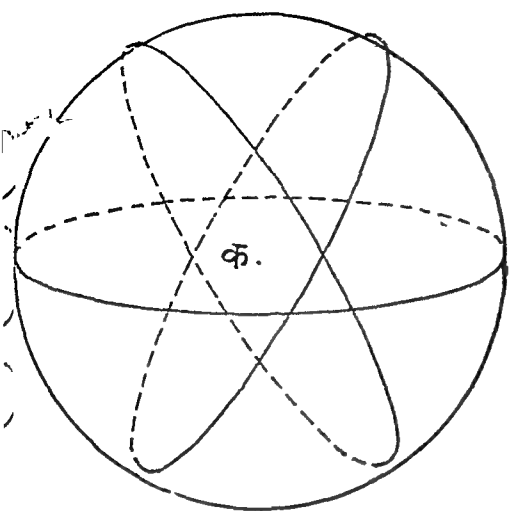
१



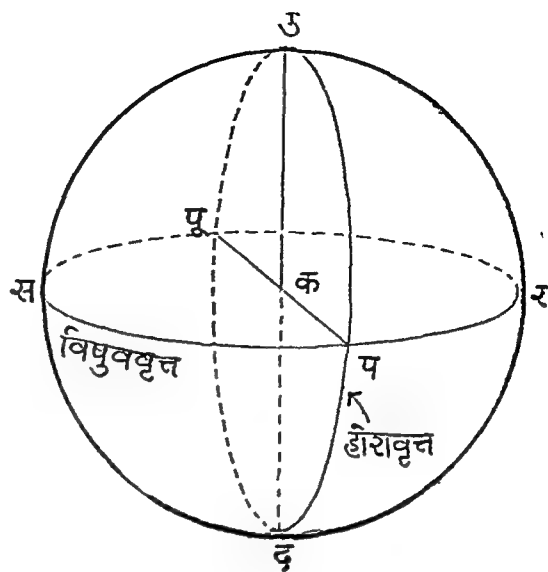
२



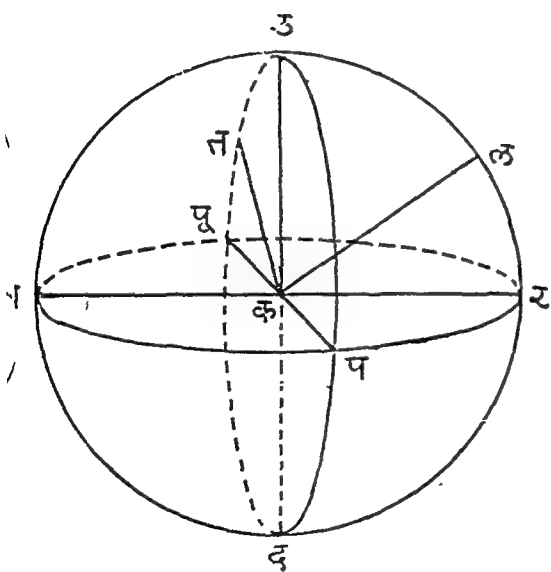
१



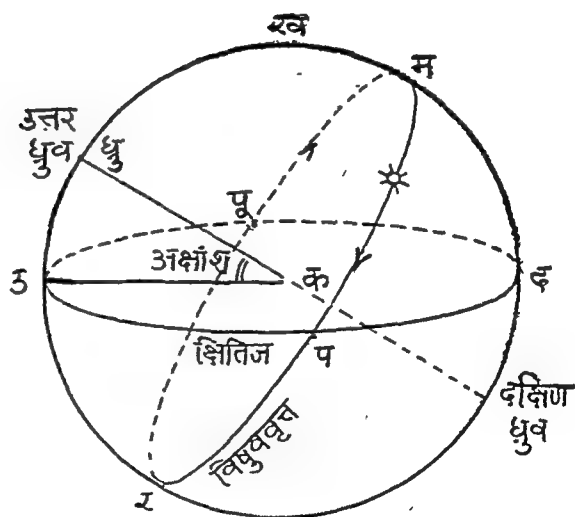
४



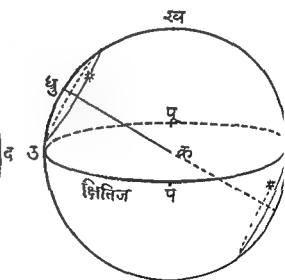
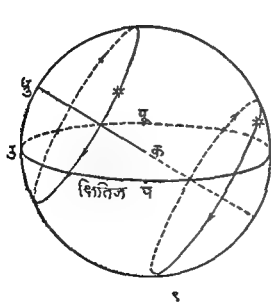
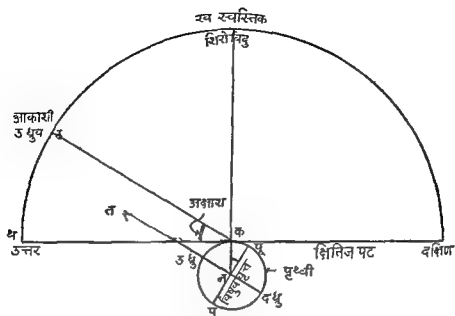
५

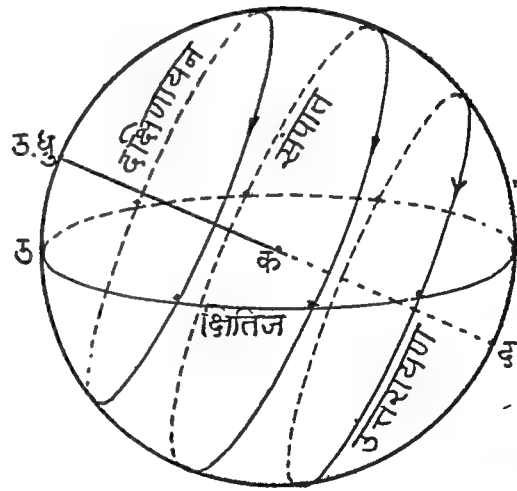
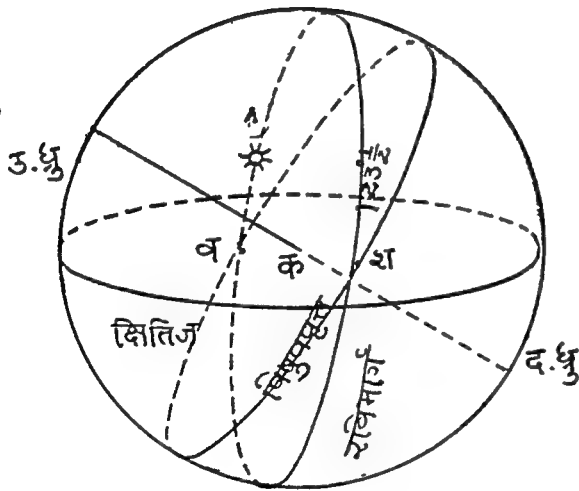
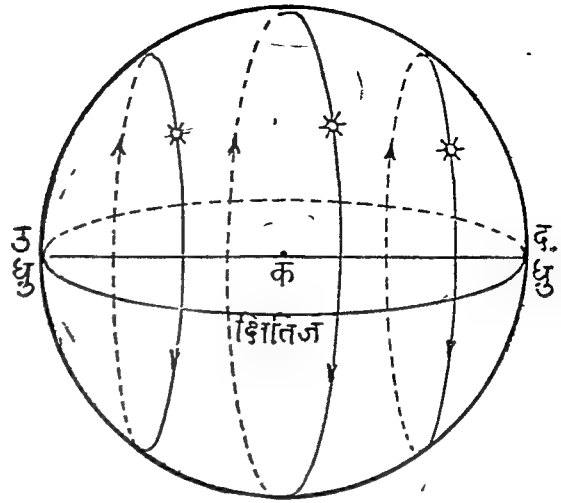
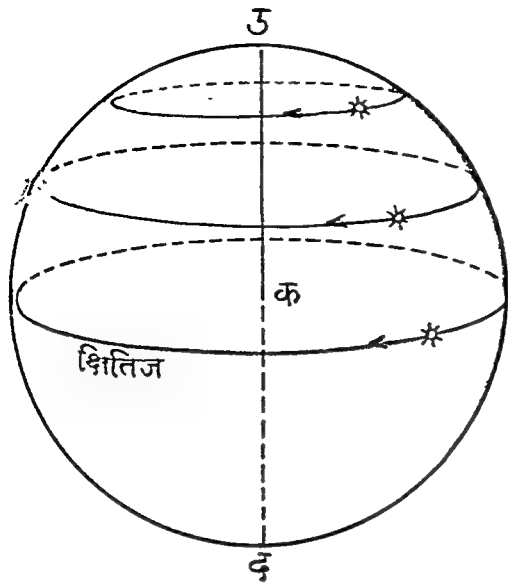


६



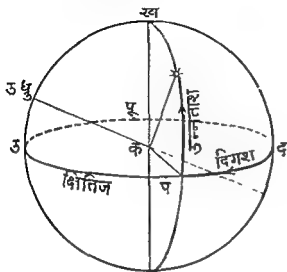
७





नोट (१) ये सारे अंतर शुद्ध परके आधीन अंतर हैं ।

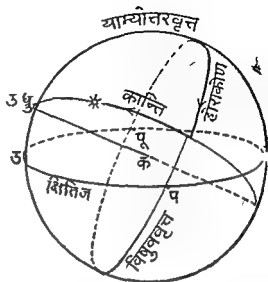
(२) कदंब रविमार्गका भ्रुव है । रविमार्ग परका दरेक बिंदु कदंबसे ९०° दूर है ।



१५

उन्नतांश — क्षितिजसे ऊँचाई

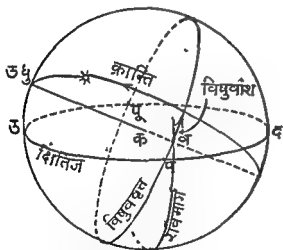
दिश — उत्तर या दक्षिण से अंतर



१६

क्रान्ति — विषुववृत्तसे अंतर

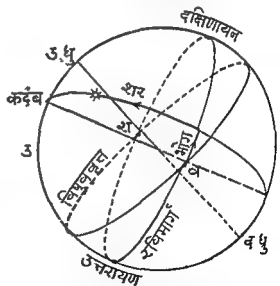
होराकोण — याम्योत्तरवृत्त से अंतर



१७

क्रान्ति — विषुववृत्तसे अंतर

विषुवांश — विषुववृत्त पर वर्षाकर्मांशसे अंतर



१८

भोग — रविमार्ग पर वर्षाकर्मांशसे अंतर

दूर — रविमार्गसे अंतर

चार रवि ← सोम → मंगल → बुध
 तिथि चतुर्थी → पंचमी → षष्ठा → सप्तमी

चार रवि ← सोम → मंगल → बुध
 तिथि तृतीया → चतुर्थी → पंचमी → षष्ठा

१ और २

6-29 6-30 6-30 6-30
 सूर्योदय ← गुरु → शुक्र → शनि → रवि
 तिथि ← तृतीया → चतुर्थी → पंचमी →
 3.00 5-39 8-17 10-48

6-33 6-33 6-33 6-33
 सूर्योदय ← रवि → सोम → मंगल → बुध
 तिथि ← त्रयोदशी → चतुर्दशी → अमावस्य →
 10-26 8-39 5-25 1-54

३ और ४

यहाँ एक रमप्रद वानवा जवगोहन करेंगे। हमने देखा कि विपुवृत्तवा हरेक बिंदु उ या द से समान अंतर पर है और यो आकृति ५ में उत्त=उपू=उर=उप है। यह हरेक चाप गुरुवृत्तवा चौथा हिस्सा है और उन सत्रके द्वारा केन्द्रके जागे जो कोण बनाये जाते हैं वे सभी - \angle उत्त, \angle उत्पू, \angle उत्तर और \angle उत्प - समकोण हैं। तमोलीय परिपाटीके अनुसार गुरुवृत्तके चापोंको कोणीय नापमें दिखलानेका रिवाज है। यो उपू, उत्त, उर और उप सभी चाप 90° हैं। याद रहे कि गुरुवृत्तके चापोंके कोणीय नाप उन चापों द्वारा केन्द्र समक्ष बनाये गये कोणके बराबर हैं। मिमालवे तौर पर आकृति ६ देखिये। वहाँ चाप उन = \angle उत्त, चाप लर = \angle उत्तर और चाप सप = \angle उत्प है।

अब एक और मजेदार वान सुनिये। गुरुवृत्त उत्तबर की और होरावृत्त उपदपू की मनहें एक दूसरीमें उल्टे में मिलती हैं। इस कारण इन दोनों मतहोंके बीचका कोण इसी रेखाके हरेक बिंदुके आगे एक-सा ही - \angle सषप के बराबर - है। यह कोण सउप या सदप भी है। मालव कि चाप सप = \angle सउप या \angle सदप है और चाप रप = \angle रउप या \angle रदप है।

ये भारी बातें हैं रमपूर्ण लेकिन जिन्हे कोणों और चापोंमें दिलचस्पी नहीं है उन्हें वे जटिल-सी मालूम होंगी। कोणों और चापोंकी बात छोड़कर, आद्यों, सारंगिके उदय और अस्तकी कुछ बातें करें।

आकाशीय ज्योतिषाके दशन करनेवाके हम पृथ्वीकी सतह पर ही विचारते हैं। दूर तक फैली पृथ्वीकी यह सतह आकाशीय गोलकमें क्षितिजमें जा मिलती है। हमारा स्थान इसी क्षितिज-मनहके केन्द्रमें ही है। पूरे आस्मानको एकमात्र हम नहीं देख पाते हैं। क्षितिजसे ऊपर उठा आकाश आममान ही हम देख पाते हैं और यो क्षितिजसे नीचेकी ओरकी ज्योतिषा हममें ओपन्न रहती हैं। उनके दर्शन जब वे क्षितिज पर आती हैं तब ही होते हैं। पूर्व क्षितिज पर किसी ज्योतिषा आना उमका उदय है। इससे विपरीत बात अस्तकी है। पश्चिम क्षितिज पर पहुँचनेवासी ज्योतिषा वहा क्षणभर ही टिकती है। और बहुत जल्द ही वह दिखाई देना बन्द भी हो जाती है। इस घटनाको हम ज्योतिषा अस्त कहेंगे। भूपत्रके उगने और डूबनेको तो हम उदय और अस्त कहते ही हैं।

आकृति ७ देखिये। उममें नीचेकी ओर न केन्द्रवाली पृथ्वी दिखाई गई है। कल्पना कीजिये कि पृथ्वीकी सतह पर हम क स्थान पर हैं। नत रेखा पृथ्वी-धुरीकी दिशा है और चूकि आकाशीय गोलक हमने अत्यंत दूर है आकाशीय उत्तरध्रुवको क के साथ मिलानेवाली एक रेखा तन रेखाको समानर होगी और यों क स्वलके अक्षांश \angle कनपू = \angle उत्प होंगे।

किसी स्थानके अक्षांश मापूम करनेके लिये क्षितिजमें ध्रुवतारेकी ऊँचाईका कोणीय माप इसी कारण नापा जाता है।

क स्थानके आकाशीय ज्योतिषाका उगना और अस्त होना हमें किस प्रकार दिखाई देगा उमकी अब हम चर्चा करेंगे। (देखिये आकृति ८)

क स्थानके जानासर्धान करनेवालीका क्षितिज उधुबपउ है ऐसा मान लीजिये। उ को उत्तर दिशा और ध्रु को आकाशीय उत्तर ध्रुवबिंदु माना जाय तो \angle उत्पू क स्थानके अक्षांश 124° ब्रह्मांड दर्शन

दिखायेगा। ध्रुव पृथ्वी-बुराकी दिशा-रेखा है। धूमपर विपुववृत्त है और ध्रुव रेखासे समकोण बनानेवाला वह एक गुरुवृत्त है। विपुववृत्तका हरेक बिंदु ध्रुवसे एकसरीखे अंतर (९० अंश) पर है यह हम जानते ही हैं। विपुववृत्त पूर्व और पश्चिम बिंदुओंमें होकर गुजरता है: इस कारण ठीक पूर्वमें उगनेवाला तारा या आकाशीय ज्योति अपनी अंतरिक्ष-यात्रा विपुववृत्त पर ही करता रहेगा। पूर्वमें उदित होकर विपुववृत्त पर चलनेवाली ज्योति जब मध्याकाशको पहुँचेगी तब वह ठीक हमारे सर पर (ख स्थान पर) दिखाई देनेके बजाय उससे कुछ दूर म स्थान पर दिखाई देगी। यह (खम) अंतर उध्रु अंतरके बिल्कुल बराबर होगा। मध्याकाश पार कर लेने पर उपर्युक्त ज्योति पश्चिमकी ओर ढलती रहेगी और पश्चिम बिंदु तक पहुँचकर क्षितिजके नीचे अदृश्य हो जायेगी।

आकृति ९ देखिये। एक ज्योतिको ठीक हमारे सर पर होकर आसमानमें गुजरती हुई उसमें दिखाया गया है। पाठक देखेंगे कि यह ज्योति ठीक पूर्वमें उदित होनेके बजाय उससे कुछ दूर उत्तरकी ओरके क्षितिजबिंदुसे उदित होकर आसमानमें ऊँची उठती दिखाई देती है। गुजरात, मध्यप्रदेश, बंगाल वगैरह राज्योंमें गरमीके दिनोंमें ठीक सर पर तपनेवाला सूर्य ईशानकी ओरसे क्षितिजसे उदय पाकर वायव्य दिशामें अस्त होता दिखाई देता है। सरदीके दिनोंमें यही सूर्य अग्नि दिशामें उदित होकर नैऋत्यके क्षितिजके नीचे जा छिपता है। इतना ही नहीं उस कालमें वह छोटे दिन भी बनाता है यह भी हम जानते हैं। आकृति ९ में यह बात दायीं ओरके वृत्तद्वारा दिखाई गई है। देखिये, दिन और रातका समय-प्रमाण अखंड और खंडित रेखाओंसे वहाँ दिखाया गया है। पाठकोंकी समझमें अब आ गया होगा कि सूर्य ठीक पूर्वमें उदित होता है तब रात और दिनका पैमाना समान होता है। पृथ्वी पर रात और दिन, साल भरमें दो दफा एकसरीखे होते हैं। ये दिन हैं वसंतसंपात (२१ मार्च) और शरदसंपात (२३ सितंबर)। इन दिनों सूर्य ठीक पूर्वमें उगता है और ठीक पश्चिममें अस्त होता है।

जिन तारोंके (उत्तर ध्रुव नजदीकके) उदयास्त नहीं होते हैं और जिन तारोंके उदयास्तको हम कभी नहीं देख पाते हैं उनके अंतरिक्षीय मार्ग आकृति १० में दिखाये गये हैं। पहली किस्मके तारे अनस्त या सदोदित तारे हैं और दूसरी किस्मके अनुदित या अनुदयी।

हमारा अनुभव है कि उत्तरकी ओर यात्रा करते समय हमें उत्तर ध्रुवतारा ऊँचा उठता दिखाई देता है। पृथ्वीके उत्तर ध्रुव तक पहुँचने पर आकाशीय उत्तरध्रुव ठीक सर पर आ जाता है। इससे विपरीत दक्षिणकी ओर अग्रसर होने पर उत्तर ध्रुवतारा क्षितिजकी ओर सरकता दिखाई देता है और विपुववृत्त तक पहुँचने पर वह क्षितिजपर उत्तरबिंदुसे जा मिलता है।

पृथ्वीके उत्तर ध्रुवसे एवं विपुववृत्तसे देखने पर आसमानके तारे किस प्रकार सरकते दिखाई पड़ेंगे उसकी यहाँ चर्चा करेंगे।

पृथ्वीके किसी ध्रुवसे देखने पर आसमानके सिर्फ आवे ही तारे नजर आयेंगे। ये सारे तारे क्षितिज समांतर मार्गों पर परिक्रमा करनेवाले अनस्त तारे होंगे (देखिये आकृति ११)। विपुववृत्तसे देखने पर आसमानके सभी तारे दिखाई देंगे। इन सभीके उदयास्त देखे जायेंगे

दना ही नहीं वे सभी जिनके समय क्षितिजके ऊपर दिखाई देंगे उगार उनही समय वे क्षितिजके नीचे अदृश्य भी रहेंगे। हा, इन तारोंके अवगामीय भाग उनके ध्रुवविंदुओंसे अंतरके प्रमाणमें छोटे-बड़े अवश्य रहेंगे। (देखिये आकृति १०)

पृथ्वी अपने अक्ष पर पश्चिममें पूर्वकी ओर घूमती है और इस कारण सूर्य, चंद्र, तारे वगैरह पूर्वमें पश्चिमकी ओर सरकने दिखाई देते हैं। सरकनेवाली इन ज्योतिषोंके अवगामीय भाग विपुलवृत्तके समान्तर हैं यह हम जानते हैं। अगर हम किसी एक निश्चित स्थानसे तारोंको देखा कर तो हरेक तारा हमेशा उमके अपने एक ही स्थान पर उदित होता या अस्त होता दिखाई देगा। भाग यह दान सूर्य, चंद्र और ग्रहोंमें न दिखाई पड़ेंगे। ये सभी अपने उगने और अस्त होनेके स्थान हररोज बदलते रहते हैं। हम जानते हैं कि राशिमांमें सूर्य दानकी ओर और मर्दियोंमें अिनकी ओर उदित होता है। फिर भी एक बात ध्यानमें आये बिना न रहेगी। सूर्यका दैनिक अतर्क्षीय भाग विपुलवृत्तके करीब-करीब समान्तर है। हाँ, उसका वापिक भाग वैसा नहीं है। सूर्यके वापिक भागको रविभाग कहते हैं। रविभाग विपुलवृत्तकी तरह दीर्घवृत्त है और विपुलवृत्तमें $23\frac{1}{2}^{\circ}$ का कोण बनाना हुआ उसे दो बिंदुओंमें काटना है (देखिये आकृति ११)। ये बिंदु हैं वसन्तमसान और शरदमसान। राशिभाग पर चलनेवाला सूर्य जब इन बिंदुओंमें आता है तब वह विपुलवृत्त पर भी होता है और जो इन दोनों समय वह ठीक पूर्वमें उगता है और ठीक पश्चिममें अस्त होता है।

वसन्तमसानके बाद सूर्य हररोज उत्तरकी ओर विमरता रहता है। तीन महीने तक सरकनेके बाद वह विपुलवृत्तमें ज्यादासे ज्यादा दूर ($23\frac{1}{2}^{\circ}$) पहुँच जाता है। इसके बाद वह दक्षिणकी यात्रा (दक्षिणायन) शुरू करता है और तीन मासके बाद शरदमसातमें जा पहुँचता है। उस दिन पृथ्वी पर दिन और रात एक सरीखे ही जाते हैं। शरदमसानके बाद सूर्य $23\frac{1}{2}^{\circ}$ दूर दक्षिणमें पहुँचकर वापस उत्तरकी यात्रा शुरू करता है। सूर्य जिस दिन उत्तरका रण करता है वह दिन है उत्तरायण। जो हम देख पाते हैं कि दो सपातोंके या दो अयनोंके (उत्तरायण और दक्षिणायन) बीच उ मासका फामला रहता है। दक्षिणायन, सपातदिन और उत्तरायण के समय मध्य भारतमें सूर्यके अतर्क्षीय भाग कैसे निराले रहते हैं वह आकृति १४ में दिखाया गया है। पाठक देखेंगे कि दक्षिणायनके समय, मध्याह्नका सूर्य मध्य भारतके कई स्थानोंमें छ स्वम्निक (सर परके आकाशीय बिंदु) से कुछ उत्तरकी ओर रहता है।

यह सूर्यके चारों ओर घूमते हैं। इस बड़हमे ग्रहोंको आममानमें रविभागके इवगिर्द ही देना जाना है। हमारा चंद्र रविभागके माय 5° का कोण बनाकर घूमता है।

रविभागको एक सरीखे १२ भागोंमें विभक्त किया गया है। यह हरेक भाग राशि कहता है। सूर्य हरेक महीनेमें एक राशिमें दूसरी राशिमें प्रवेश करता है। सूर्यके राशिप्रवेशको मश्रानि कहते हैं। सूर्य आजकल १४ जनवरीको मकर राशिमें प्रवेश (मकर मश्रानि) करता है।

सूर्यका उत्तरायण २२ दिसम्बरकी ओर दक्षिणायन २२ जूनको होता है।

बारह भागोंके अलावा रविभागका २७ भागोंमें भी विभाजित किया गया है। इनमेंसे हरेक भागको नक्षत्र कहते हैं। सूर्य एक महीनेमें सवा दो नक्षत्रका अंतर काटता है। चंद्रका

एक पूरा आकाशीय चक्र करीब एक मासका है-यों चंद्र हररोज एक-एक नक्षत्र बदलता रहता है।

प्रश्न होगा कि रविमार्ग पर नक्षत्रकी या राशिकी गुरुआत कहाँसे की जाती है? इस बातको जरा विस्तारसे सोचना होगा।

हम जानते हैं कि वृत्तके किसी भी बिंदुसे वृत्तकी गुरुआत की जा सकती है। फिर भी गुरुआतके लिये जिस बिंदुको पसंद किया जाय वह अगर विशिष्टतावाला हो तो ज्यादा अनुकूल होता है। आकृति १३ देखने पर मालूम होगा कि रविमार्ग पर ऐसे चार विशिष्ट बिंदु (उत्तरायण, वरदसंपात, दक्षिणायन, वसंतसंपात) हैं। हमारे पुरखोंने उनमेंसे एक 'वसंतसंपात' से नक्षत्रचक्रकी और राशिचक्रकी गुरुआत की। और इन बिंदुके नजदीकके नक्षत्रको अश्विनी नक्षत्र और राशिको मेषराशि कहा। वास्तवमें ये नाम उन नामोंको सार्थ बनानेवाले तारामंडलों के आकारोंको देखकर दिये गये हैं। मगर यह हुई प्राचीनकालीन लोगोंकी बात! आज इस बातको लेकर हमारे सामने दो मुश्किले खड़ी हुई हैं। प्राचीनकालीन लोगोंका वसंतसंपात हमारा आजका वसंतसंपात नहीं है। वह पलट गया है। हम जानते हैं कि हमारी पृथ्वी पूर्ण गोलाकार नहीं है। नारंगीकी भाँति ध्रुवोंके आगे वह चिपटी है। एक और बात भी है: पृथ्वीकी घुरी पृथ्वीकक्षाके साथ समकोण नहीं बनाती है। वह उसके साथ $66\frac{1}{2}^{\circ}$ का कोण बनाती है। पृथ्वीके इस झुकावसे सूर्य और चन्द्र फायदा उठाना चाहते हैं। वे पृथ्वी पर दबाव डालकर उसे और झुकानेका प्रयत्न करते हैं। मगर पृथ्वीके अक्ष पर घूमते रहनेके कारण उनका यह प्रयत्न सफल नहीं होता है। फिर भी सूर्यचंद्रका आकर्षण असफल नहीं रहता। उसके कारण, अक्ष पर घूमनेवाली पृथ्वीको कोलूकी लाटकी तरहकी गति प्राप्त हो जाती है। यह गति विपुवायनके नामसे मशहूर है। विपुवायन गतिका एक चक्र २६,००० वर्षमें पूरा होता है।

विपुवायन गतिके कारण पृथ्वीका विपुववृत्त स्थिर नहीं रह पाता है। वह रविमार्ग पर सरकता रहता है। इस कारण दोनों वृत्तोंके छेदनबिंदु (दोनों संपात) बदलते रहते हैं। यों आजका वसंतसंपात हमारे पुरखोंका वसंतसंपात नहीं है। यह हुई एक तकलीफकी दास्तान।

दूसरी तकलीफ पुरखोंके वसंतसंपातके स्थानके सवधमें है। पुराने लोगोंने अपने वसंतसंपातके बारेमें जो कहा है वह एकदम स्पष्ट नहीं है। इस कारण भारतीय नक्षत्रचक्रकी शुरुआत जिस बिंदुसे करनेमें आयी है उसकी निश्चितताके बारेमें आजके विद्वान एकमत नहीं हैं। नक्षत्रचक्रका आरंभ वसंतसंपातसे मान लेनेका होता तो आज भी हम वैसा कर सकते हैं—पश्चिम के लोग वैसा ही करते हैं—मगर हमारी तकलीफ दूसरे ढंगकी है। हमारे करणग्रन्थ अश्विनी-आरंभसे ही नक्षत्रचक्रका और राशिचक्रका गणित देते हैं। आधुनिक वसंतसंपात और अश्विन-आरंभके बीचके अंतरको अयनांश कहकर आज हम गणित करते हैं मगर ये अयनांश सर्वसंमत न होनेके कारण मुश्किल पैदा होती है। परिस्थिति ऐसी होते हुए भी विद्वानोंने २२ मार्च १९६९ के अयनांश $23^{\circ} 25' 26''$ माननेकी कार्यसाधक संमति प्रदान की है।

खगोलक पर आकाशीय ज्योतिकी स्थान किस प्रकार दिखलाया जाता है वह पृ. १८२ पर की आकृतियोंमें दिखलाया गया है।

२२. पचाग और समय

रात और दिन मिलकर दिवस बनता है। दिवसकी शुरुआत सूर्यके उदयके साथ होती है। यो एक सूर्योदयसे दूसरे सूर्योदय तकका समय एक पूरा दिवस है। दिवसको कालगणनाकी हम एक इकाई मानते हैं। दिवस नैसर्गिक काल-इकाई है। दिवसमें बड़ी नैसर्गिक काल-इकाई मास है। मासका आधार चंद्र है। पूर्णिमामे पूर्णिमा या अमावस से अमावस तककी समय अवधि मास है। चांद्र मासकी यह समयमर्यादा करीब २९½ दिवसकी—२९ ५३०५९ दिवस या २९ दि १० घ ४४ मि २८ सेकंड की—है। महीनेमें भी बड़ी नैसर्गिक काल-इकाई वर्ष है। सूर्यके इर्दगिर्द एक चक्कर लगानेमें पृथ्वीको जा समय लगता है वह हमारा वर्ष है। हमारा व्यावहारिक वर्ष ऋतुवर्ष या मायनवर्ष है। ऋतुवर्षका दैर्घ्य करीब ३६५½ दिवसका है। वास्तवमें एक ऋतुवर्ष ३६५ २४२१९ दिवसोंका होता है।

वर्षके बाग्ह मास होनेका हम मानते हैं लेकिन यह पूर्ण सत्य नहीं है। चांद्र मासकी मीयाद २९½ दिवसकी है और इसी अनुपातमें बारह महीनेका वर्ष ३५४ दिवसका होता है। ऐसा वर्ष धार्मिक वर्षकी तुलनामें छोटा ही रह्येगा। वर्षके साथ मामोंका मेल बिठानेके लिये कुछ दिवस जोड़नेकी जरूरत रहती है। भारतीय पचागकार यह काम हर पाँच वर्षके दरमियान दो अधिक मासोंकी वृद्धि द्वारा करते हैं। वृद्धिके ये दो मास चांद्र मास हैं। यो भारतीय पचाग सौर-चांद्र पचाग है। मुस्लिम जनता महीनोंकी ऐसी घटाबढीमें नहीं पड़ती है। वह बारह चांद्र मास पूर्ण होनेको वर्ष मानती है। मुस्लिमोंका वर्ष चांद्र वर्ष है। ईसाई पचाग (ग्रेगोरियन)के महीने चांद्र मास नहीं हैं। ईसाई वर्ष सौर वर्ष है और उसके कुल दिवस ३६५ हैं। चौथाई दिवसका भेग बिठानेको प्रति चौथे वर्ष एक दिन बढ़ाया जाता है। इस तरहके ज्यादा एक दिवसवाले वर्षको लुप्त वर्ष (Leap Year) कहते हैं।

आम तौर पर हरेक पचागमें—चाहे वह मध्य आशिया ही या पिछड़ी असह्यारी जाति-का—वर्षारम्भ कम होगा और उसके बादके दिवसोंमें कौन-सी तारीख और बार होंगे उनकी जानकारी सामान्यतया दी जाती है। भारतीय पचाग सौर-चांद्र पचाग होनेके कारण उसमें तारीख और वारके अलावा और भी अन्य जानकारी दी जाती है। पचाग शब्द पच अगका निर्देश करता है। भारतीय पचागमें पाच अंग हैं तिथि, वार, नक्षत्र, योग और करण। हरेक भारतीय पचागमें कमसे कम ये पाच अंग रहते ही हैं मगर उनके अलावा और भी बहुत सी बातें समाविष्ट की जाती हैं। दिनमान, सूर्योदय और सूर्यास्त, चन्द्रोदय और चन्द्रास्त, ग्रहोंके दशान और लोप, ग्रहण, अग्रजों तारीख, पारलौ दिनांक, मुगलमान रोज, राष्ट्रीय दिनांक, वर्षारम्भसे दिनप्रमाण,

लग्न, सांपातिक काल, ग्रहोंकी आकाशीय स्थितियाँ, चंद्रके जर और क्रान्ति, सूर्यक्रान्ति, पर्ब और उत्सवोंके अलावा अन्य ग्रास्वार्थ और कुंडली वगैरह इनमें मुख्य है।

यहाँ हम पंचांगके अंगोंकी बात पहले करेंगे और बादमें मास और वर्षकी चर्चा करेंगे।

पंचांगके दो मुख्य अंग तिथि और वार हैं। तिथियोंमें कमीवैशी होती है लेकिन वारोंके क्रममें ऐसी कोई गड़बड़ नहीं है। वारोंका प्रवाह अस्खलित रहता रहा है। महीनेके दिवसोंकी संख्या पूर्णांक होना जरूरी है। चांद्र मासके २९½ दिवस हैं इस कारण अगर एक महीना ३० दिवसका हो तो दूसरे महीनेमें २९ दिवस रखने पड़ेंगे। यों आवे दिनका फर्क तिथि बढ़ाकर या घटाकर दिखाना पड़ेगा। याद रहे कि महीनेमें ३० तिथियाँ होती हैं मगर दिवस २९½।

भारतीय पंचांगके अनुसार तिथिका आरंभ सूर्योदयसे संबंध रखता है। तिथि समयकी एक इकाई है और वह सूर्यचंद्रके अंतरों पर आधारित है। सूर्य और चंद्रके बीच १२ अंशका फर्क होने पर तिथिमें फर्क होता है। अमावसके दिन सूर्य और चन्द्र एक साथ रहते हैं। उसके बाद उन दोनोंके बीचमें अंतर बढ़ता जाता है। यह अंतर १२ अंश तक पहुँचे वहाँ तक प्रथमा तिथि, प्रतिपक्ष या परिवा गिना जाता है। १२ अंश से २४ अंश तकके अंतरके लिये द्वितीया या द्वज मानी जाती है। आगेकी तिथियाँ इसी हिसाबसे प्राप्त की जाती हैं। हमने कहा कि १२ अंशका फर्क होने पर तिथि पलटती है मगर इसका यह अर्थ कतई नहीं है कि १२ अंशका यह अंतर हमेशा एक समान समयमें ही तय हो पाता है। चंद्रकी आकाशीय गति एक-सी नहीं है। १२ अंशका अंतर वह कभी १९ घंटे ५९ मिनटमें काट लेता है तो कभी उसे पूरा करनेमें उसे २६ घंटे ४९ मिनटका समय लग जाता है। मतलब यह कि तिथिकी शुरुआत हमेशा सूर्योदयके साथ नहीं होती है। आज अगर वह सूर्योदयके साथ हुई हो तो कल वह सूर्योदयसे पहले या उसके बाद भी हो सकती है। आम तौर पर हरेक दिवसकी अपनी अलग तिथि होती है : फिर भी कभी ऐसा भी होता है कि किसी दिन कोई एक तिथि सूर्योदयके पहले शुरू हो गई हो और दूसरे दिन वह सूर्योदयके बाद समाप्त होती हो। या यों भी बनना संभवित है कि सूर्योदयके बाद कोई तिथि शुरू हो लेकिन दूसरे सूर्योदयके पहले ही वह समाप्त हो जाय। भारतीय पंचांगशास्त्रके अनुसार सूर्योदयके समय जो तिथि चलती हो वही उस दिवसकी तिथि मानी जाती है चाहे वह सूर्योदयके बाद तुरन्त ही समाप्त होती हो। यों ऊपरके प्रथम किस्सेमें एक ही तिथि दो दिवसकी तिथि रहेगी और दूसरे किस्सेमें एक तिथि कम हो जायगी—मतलब कि उस तिथिका क्षय होगा। तिथियोंकी क्षय वृद्धिकी बात पृ. १८३ पर दी गयी आकृतियोंके द्वारा और भी स्पष्ट हो जायगी।

आकृति १ अनुसार सोमवारके दिन सूर्योदयके समय चतुर्थी चलती है। इस कारण सोमवारकी तिथि चतुर्थी होगी। और यों मंगलवारकी तिथि पंचमी और बुधवारकी पष्ठी रहेगी। अब आकृति २ देखिये। वहाँ सोमवारके दिन सूर्योदयके समय तृतीया है। चतुर्थी तिथि सूर्योदयके बाद शुरू होती है इस कारण सोमवारकी तिथि तृतीया ही रहेगी। अब मंगलवारकी तिथि देखिये। मंगलवारके दिन सूर्योदयके समय पंचमी है इसलिए उस पूरे दिवसकी तिथि पंचमी रहेगी। प्रश्न होगा कि चतुर्थी कहाँ चली गई? सोम-सूर्योदय और मंगल-सूर्योदयके बीचमें आ

पंचांग और समय : १८९

जानेके कारण (किसी एक मूर्खोंदय तक न पहुँच जानेके कारण) उसका क्षय हो गया है। तिथि कब शुरू होती है और उसकी सीमाद क्या है ये बातें (हर एक तिथि के बारे में) पचागमें दी जाती हैं।

एक और मिमाल लें। ता २२ मितम्बर १९६७ के दिन शुनवार है और उस दिवसकी तिथि है भादोकी कृष्णपक्ष चतुर्थी। दूसरे दिन (मनिवार) की तिथि भी चतुर्थी है। तीसरे दिन (रविवार) की तिथि पंचमी है। (देविये आहूति ३)। उसी पक्वाटेमें ता २ अक्तूबर '६७ सोमवारके दिन (गाथी जयतीके दिन) कृष्णपक्षीय त्रयोदशी है मगर दूसरे ही दिन (मंगलवारको) अमावस है (देविये आहूति ४)। यही चतुदशीका क्षय हुआ है। इस तरह सन् १९६९ के फरवरीकी २८ और मार्चकी १ तारीखका दोनों दिन माघ सुदी द्वादशी है जबकि माघ ८ और ९ के दिन माघ वदी चतुर्थी और पछी हैं। यो फाल्गुन मासके शुक्लपक्षमें एक अधिक-तिथि है जबकि कृष्णपक्षमें एक क्षयतिथि।

हमने देखा कि मूर्खोंदयके समय जो तिथि चलती हो वही मारे दिवसकी तिथि है। हमारा भारत देश बहुत बड़ा है। इस कारण संभव है कि किसी एक जगह एक तिथि चलती हो और दूसरी जगह उसी दिन दूसरी तिथि चलती हो। भारतमें सब जगह एक साथ मूर्खोंदय नहीं होता है इस कारण दो अलग जगहोंकी तिथियोंमें एकाप तिथिका फर्क होगा। आम तौर पर, लोग अपने राज्यमें प्रकाशित पञ्चांगका उपयोग करते हैं। सामान्यतया ऐसे पचाग किसी मध्यस्थ नगरको या स्थानका ध्यानमें रखकर तैयार किये जाते हैं और लोग उन्हें अपना ही पचाग समझ कर अपना काम चलाते हैं।

तिथि और वारके बाद अब नक्षत्रकी बात करेंगे।

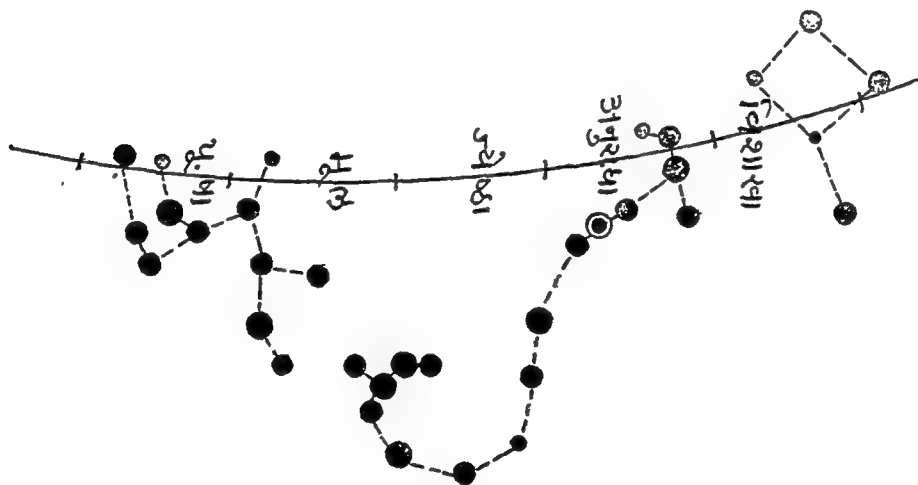
नक्षत्रका सामान्य अर्थ है तारा मगर उस अर्थमें हम नक्षत्र शब्द प्रयुक्त नहीं करते हैं। खगोलीय परिभाषाके अनुसार नक्षत्रका अर्थ रश्मिमार्गका सत्ताष्टमवा भाग है। रश्मिमार्गके इन भागोंके नक्षत्रोंके जो तारागुच्छ हैं उनके नामोंमें ही इन सत्ताष्ट नक्षत्रोंका नामकरण हुआ है। इस प्रकार नक्षत्रका एक अर्थ तारोंका समूह भी है। 'आज कौनसा नक्षत्र है?' पूछनेवाला रश्मिमार्गके विभागीय नक्षत्रकी ही बात पूछता है। पचागमें रोज बरौजके नक्षत्र दिये जाते हैं। सन् १९६९ के मार्च मासकी ११ तारीखको कृष्णपक्षकी अष्टमी है। उस दिवसका नक्षत्र ज्येष्ठा है। १३ अप्रैल १९६८ के दिन चैतकी पूर्णिमा थी और उस दिनका नक्षत्र था चित्रा। मतलब कि किसी दिवसके नक्षत्र परमे उस दिन चंद्र किस नक्षत्रमें होता उसका संबंध मिलता है। हिन्दू मानोंके नाम पूर्णिमाके दिन चंद्र जिस नक्षत्रमें होता है उसीके आधार पर रखे जाते हैं। माघ पूर्णिमाके दिन चंद्र मघा नक्षत्रमें और श्रावणीके दिन वह श्रवण नक्षत्रमें होता है।

तिथिने समाप्ति-कालकी तरह नक्षत्र-समाप्तिके समय भी पचागमें दिये जाते हैं।

'आज कौनसा नक्षत्र है?' के बजाय 'आजकल कौनसा नक्षत्र चलता है?' ऐसा काई प्रश्न करे तो ऐसा समझा जाएगा कि सूर्य-नक्षत्रकी बात बह पूछ रहा है। हमारे गावोंमें आज भी आर्द्रा, रोहिणी, मघा वगैरह नामोंमें सूर्य नक्षत्रोंका उल्लेख होता है। सूर्य हरेक नक्षत्रमें १३ से १९० ब्रह्मांड वर्षों

१४ दिवस टिकता है। वह जब आर्द्रा नक्षत्रमे प्रवेश करता है तब वर्षाऋतुका आरंभ होता है। वर्षाऋतुमे जमीन गीली हो जाती है: इस कारण इस नक्षत्रका नाम आर्द्रा (या गीली) रखा गया है। आश्लेषा नक्षत्रके समय नाजकी वाले पवनके थपेड़े खाकर और लूम-लूम कर एकदूसरेसे आलिंगन करती हैं। 'मघा नक्षत्रके महँगे पानी' की लोकोक्ति गुजरातमे बहुत मशहूर है।

किसी नक्षत्रमे सूर्य कब प्रवेश करेगा उसकी जानकारी हरेक पंचांगमे दी जाती है। इतना ही नहीं, हरेक राशिसंक्रान्ति (सूर्यका राशिप्रवेश) कब होगी उसकी भी जानकारी साथमें दी जाती है। उदाहरणतः सन् १९६८ मे सूर्यका अश्विनी (प्रथम नक्षत्र) प्रवेश और साथ-साथ प्रथम राशि (मेष) प्रवेश ता. १३ अप्रैलको गनिवारके रोज हुआ था। उस दिन चैत्रकी पूर्णिमा थी और दिवसका चंद्र-नक्षत्र चित्रा था। हम जानते हैं कि पूर्णिमाके दिन सूर्य और चंद्र एकदूसरेसे विरुद्ध दिशाओंमे रहते हैं: और इस कारण उनके बीच १३ से १४ नक्षत्रका फासला पड़ता है। अश्विनी प्रथम नक्षत्र है; उसके बादका १३ वाँ नक्षत्र चित्रा है। यों उपयुक्त उदाहरणकी पुष्टि होती है।



पंचांगमे दिये गये दैनिक नक्षत्र विभागात्मक नक्षत्र है। वे सभी रविमार्गके विभागोंका ही निर्देश करते हैं। रविमार्गके इन विभागोंके नजदीक आये हुए तारागुच्छोंको भी नक्षत्र कहा जाता है। मगर वे सभी तारात्मक नक्षत्र हैं। तारात्मक और विभागात्मक नक्षत्रोंके बीचका फर्क एक आकृति द्वारा स्पष्ट किया गया है। आकृतिमे तारात्मक नक्षत्र उनकी अपनी आकृतियोंके रूपमें और विभागात्मक नक्षत्र रविमार्गके टुकड़ोंके रूपमे दिखाये हैं। गौरसे देखने पर पता चलेगा कि विभागात्मक नक्षत्र रविमार्ग पर एक समान दूरी पर आये हैं मगर तारात्मक नक्षत्रोंके हाल वैसे नहीं हैं।

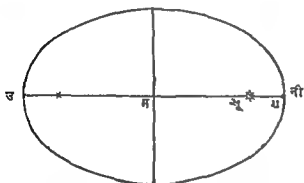
तारात्मक नक्षत्रकी सहायतामे चंद्र कौनसे विभागात्मक नक्षत्रमे है उसका अनुमान किया जा सकता है। तारात्मक नक्षत्रको ही चंद्रका दैनिक नक्षत्र (विभागात्मक) मान लें तो कभी-

पंचांग और समय : १९१

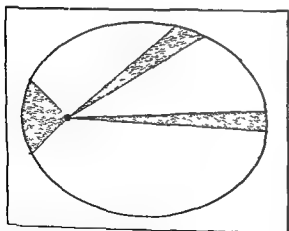
कभी उसमें एक नक्षत्रकी गलती हो जानेकी सम्भावना रहती है। सच्चे चंद्र-नक्षत्रको दूखने के लिये गलत अनुमान करनेके बजाय पचागसे ही जानकारी मालूम कर लेनी चाहिये।

पचागकी बाकीकी दो नालें योग और करणकी हैं। आम आदर्शियोंके लिये ये बातें तिथि या नक्षत्रकी तरह ज्यादा महत्त्वकी नहीं हैं। योग सूय और चन्द्रके भोगोंके योगोंसे निर्दिष्ट होता है। कुल योग २७ है। सूयचन्द्रके भोगोंका जोड़ १३° २०' होते ही एक योग पूरा होता है। पचागमें योगोंके नाम और उनके समाप्तिकाल दिये जाते हैं।

करण तिथिका अर्थ मास है। ३० तिथिसे ६० करण है। तिथि द्वारा चंद्रविचित्र १५ वें भागकी कमीसेती दिखाई जाती है जबकि करण द्वारा ३० वें भागकी। ६० करणोंमें ३० करण तिथियोंके साथ समाप्त होते हैं। इस कारण पचागमें तिथियोंके बीचमें समाप्त होनेवाले ३० करणोंका ही समाप्तिकाल दिखाया जाता है।



‘अमुक समय कौनसा लग्न है’ इसका अर्थ यह होगा कि उस समय रविमार्गका कौन-सा बिंदु पूर्व-क्षितिज पर है या पूर्व-क्षितिजको पार कर रहा है। लग्नका ज्ञान पूर्व-क्षितिज के रविमार्ग-बिंदुकी हमें जानकारी देता है।



अब मासकी बात लें। भारतीय पचागके महीने चांद्र मास हैं। हमारे व्रतपर्वोंका लगाव चांद्र मासमें है। होलीका त्योहार फागुनमें और दिवालीका त्योहार कार्तिकमें आता है। सालो-साल ऐसा ही होता आया है। हमारे त्योहार ऋतुओंके त्योहार हैं। ऋतुओं और महीनोंका मेल बिठानेका काम हमारे पचागकार करते हैं। चांद्र वर्ष सौर वर्षसे कुछ छोटा है। इन दोनोंका मेल

बिठानेके लिए अधिक मासकी योजना की गयी है। और इसके साथ-साथ महीनोंका और ऋतुओंका मेल टूटनेकी नीव न आये उसका भी ध्यान रखा जाता है।

हमने देखा कि चंद्र अपनी कक्षामें एक-सी गतिसे नहीं चलता है इस कारण तिथियोंकी लम्बाई कम या ज्यादा रहती है। पृथ्वीकी वात भी चंद्रके जैसी ही है। वह भी अपनी कक्षामें सूर्यके इर्दगिर्द एक-सी गतिसे नहीं घूमती है। नतीजा यह होता है कि सूर्य एक-सी गतिसे आस-मानमें चलता हमें नहीं दिखाई देता है। सूर्यका एक आकाशीय चक्र पूरे एक वर्षका है। इस चक्रको बारह राशियोंमें विभक्त किया गया है। हरेक राशिका नाप ३० अंशका है। सूर्यके ३० अंश चलने पर एक मास पूरा होकर दूसरा शुरू होता है। सूर्यके मास सौर मास या संक्रान्ति-मास हैं। इन मासोंकी लम्बाई, सूर्य एक राशिको पूरा करनेमें जो समय बिताता है उस पर निर्भर है। फिर भी सभी राशियोंके लिये यह समय-अवधि एक समान नहीं है और इस कारण सूर्यके सभी सौर महीने एक-से लंबे नहीं हैं। सौर मासोंकी लम्बाई २९ दि. १० घं. ३८.६ मि. से लेकर ३१ दि. १० घं. ५४.६ मि. तककी होती है। मासोंकी लम्बाईमें ऐसा फर्क क्यों होता है उस बातकी अब हम चर्चा करेंगे।

पृथ्वी सूर्यके चारों ओर जिस मार्गमें घूमती है वह कक्षा वृत्ताकार नहीं है। वह दीर्घ-वृत्ताकार है। दीर्घवृत्तके दो नाभियाँ होती हैं। सूर्य इनमेंसे एक नाभिमें रहता है। पृष्ठ १९२ पर दी गयी आकृतिमें सूर्य 'सू' से दिखलाया गया है। अपनी कक्षामें घूमनेवाली पृथ्वी जब नीच बिंदु (नी) को पहुँचती है तब वह सूर्यसे सबसे ज्यादा निकट होती है मगर वह जब उच्च बिंदु (उ) को पहुँचती है तब वह सूर्यसे सबसे ज्यादा दूर रहती है। पृथ्वी जब सूर्यके नजदीक होती है उस वक्तका उसका कक्षा-वेग ज्यादा होता है मगर दूरकी स्थितिमें कम। यों नी बिंदु-के आगे यह वेग सबसे ज्यादा और उ बिंदुके आगे सबसे कम रहता है। नतीजा यह होता है कि नी के इर्दगिर्दका ३० अंशका कक्षा भाग वह बहुत जल्द काट लेती है मगर उ के आगेका उतना ही कक्षा भाग तय करनेमें उसे थोड़ा ज्यादा समय लगता है। केप्लरका तीसरा नियम बतलाता है कि सूर्यके इर्दगिर्द घूमनेवाला ग्रह एक सरीखे समयमें अपने कक्षातलमें एक-सा क्षेत्रफल घेरता है। चाप-खंड ३० अंशका होने पर भी नी वाले त्रिकोणका क्षेत्रफल उ वाले त्रिकोणके क्षेत्रफलसे कम ही है। मतलब कि उ समक्ष जब पृथ्वी होगी उस वक्त जो महीना चलता होगा वह सबसे ज्यादा लंबा महीना होगा। इसके विपरीत पृथ्वी जब नी को पहुँचेगी उस वक्तका महीना सबसे छोटा होगा। पृथ्वी ता. ३-४ जुलाईको उ समक्ष पहुँचती है। उस समय आपाढ़ मास चलता है। पृथ्वी नी समक्ष ता. २-३ जनवरीको आती है और उस वक्त पीप महीना चलता है। सामान्यतया अगहन, पीप और माघ छोटे महीने हैं जबकि जेठ, आपाढ़ और श्रावण लंबे महीने।

ऊपर हमने छोटे-बड़े महीनोंकी बात की। ये सारे महीने हमेशा एकसरीखे ही रहते हैं ऐसा नहीं है। उनकी समय-अवधिमें थोड़ा-बहुत फर्क पड़ता रहता है। हाँ, एक बात सही है कि बड़े महीने हमेशा बड़े रहते हैं और छोटे महीने हमेशा छोटे। सौर मासोंकी लम्बाई २९ दि. १० घं. ३८.६ मि. से ३१ दि. १० घं. ५४.६ मि. तककी है। चांद्र मासकी औसत लम्बाई २९.५३०५९ दिवसकी है जबकि सूर्य मासकी ३०.४३६८५ दिवस की।

भारतीय चांद्र मासके लिये एक नियम है कि जिस महीनेमें सूर्यसंक्रान्ति हो उसे ही महीनेका नाम दिया जाय। अगर किसी चांद्र मासमें सूर्यसंक्रान्ति न हुई तो वह महीना वेनाम या

पंचांग और समय : १९३

अधिक मास समझा जायगा। सौर मासकी औसत लम्बाई चांद्र मासकी औसत लम्बाईमें कुछ ज्यादा है। इस कारण अगर किसी चांद्र मासकी अभावस्थाको या उससे पहले एक सूर्यसन्नान्ति हो जाय और दूसरी उसके बादकी अभावस्थाके बीतने पर हो तो बीचवाला चांद्र मास बेसन्नान्तिका या अधिक मास समझा जायगा। कभी इससे उलटी बात होना भी संभव है। सूर्य द्वारा जो सौर महीने बनते हैं उनमें सबसे छोटा महीना (२९ दि १० घ ३८६ मि का) औसत चांद्र माससे भी छोटा है। ऐसे मौके पर अगर शुक्रपक्षीय परिवर्तने दिन सूर्य सन्नान्ति हो तो फिर वह उसी मासकी अभावस्थाको या उससे पहले भी हो जानेकी पूरी संभावना है। यो एक ही चांद्र मासमें दो सन्नान्तियाँ होनेसे उस मासको दो भासोका नाम देनेकी नीयत आयेगी। मगर यह अनुकूल नहीं है। हमें एक मासका नाम छोटना पड़ेगा। जो नाम छोड़ दिया जायगा वह क्षयमास होगा।

आम तौर पर क्षयमासकी संख्या बहुत ही कम रहती है। क्षयमासकी औसतन संख्या ६३ वर्षमें एककी है। फिर भी दो क्षयमासोंके बीचका फासला कभी कम हो जाता है तो कभी बहुत लंबा। छोटा फासला १९ वर्षका और लंबा फासला १८१ वर्षका है। हमारे समयमें पिछला क्षयमास विजय सन् २०२० (सन् १९६४) का अग्रहन था। आगामी क्षयमास विजय सन् २०३९ (सन् १९८३) का पीप होगा। मजेदार बात यह है कि क्षयमासकाटे वर्षमें क्षयमाससे पहले और बादमें एक-एक अधिक महीना आता है। सन् २०२० में वातिक और चैत्र अधिक मास थे, सन् २०३९ में आसोज और फागुन होंगे।

पाठक देखेंगे कि जिन मासोंका क्षय होता है वे महीने अग्रहन, पीप और माघ के छोटे महीने हैं। इन तीनों के सिवाय बाकीके महीने अधिक मास बन सकते हैं। अधिन मानोमें जेठ, आषाढ और धावणकी ही अधिकता रहती है। अधिक मास भ्रममान भी कहलाता है। बहुतसे लोग उसे पुरुषोत्तम भास भी कहते हैं।

अंग्रेजी महीनेमें ऐसी तक्लीफ नहीं है। मुस्लिम जनताका वर्ष बारह चांद्र मासका वर्ष है इस कारण उसके मासोंमें भी कोई तक्लीफ नहीं है।

महीनोंके बाद अब वर्षकी बात करेंगे।

वर्ष शब्द वर्षा परसे आया है। वर्षके अर्थमें प्रयुक्त होनेवाले और शब्द शरद, अश्व, सवत्सर, समा वगैरह हैं। ये सारे शब्द ऋतु-सूचक शब्द हैं। मतलब कि हमारे वर्षका नाम एक ऋतुमें लेकर फिर उसी प्रकारकी दूसरी ऋतु तककी समय मर्यादा है। वापिक रूपमें पुनरावर्तित होनेवाली किसी निश्चित आकाशीय घटनाके साथ वर्षका आरम्भ जोड़ा जा सकता है। यो हम अपने वर्षकी शुरुआत वसंतसपात, शरदगपात, उत्तरायण या दक्षिणायनसे कर सकते हैं। इस प्रकार जो वर्ष प्राप्त होता है वह अयनवर्ष (सायन) या ऋतुवर्ष (Tropical year) है। हमारे आम व्यवहारका वर्ष भी ऋतुवर्ष ही है। ऋतुवर्षको सांपातिक-वर्ष भी कहा जाता है।

हमने देखा कि सूर्यके चारों ओरका पूर्ण आकाशीय चक्कर लगानेमें पृथ्वीको एक वर्षका समय लगता है। सूर्य किसी तारेके नजदीक हो और वहाँमें हटकर फिर वह उसी तारेके

समीप दिखाई दे, इस बीचमें जो समय गुजरता है वह भी एक तरहसे वर्ष है। मगर यह वर्ष ऋतुवाला वर्ष नहीं है। वह तारोंसे प्राप्त किया जाता है इस कारण उसे नाक्षत्र वर्ष (Sidereal year) कहते हैं। नाक्षत्र वर्ष हमारे ऋतु वर्षसे थोड़ा—२० मिनटके करीब—बड़ा है।

पुराने जमानेके भारतीय पंडित इन वर्षोंके भेदको नहीं समझ सके थे। उत्सवों और त्यौहारोंके लिये उन्होंने ऋतुपर्वोंकी व्यवस्था की थी मगर वर्षका मान सायन रखनेके वजाय नाक्षत्रिक रखा था। शुरुआतके अनेक वर्ष तक पर्वोंका और ऋतुओंका संबंध अटूट रहा मगर बादमें उनके बीचकी खाई धीरे-धीरे दिखाई देने लगी। मगर ऐसा फर्क होनेका कारण उस वक्त समझमें नहीं आया और इस कारण उसका संस्कार भी न हो सका। परिणाम यह हुआ कि पुराने जमानेमें एकसाथ होनेवाले उत्तरायण और संक्रान्तिके बीच आज २३ दिवसका फर्क पड़ गया है। मतलब कि पुरानी परिपाटीके अनुसार ऋतुओंकी शुरुआत उनके सही आरंभसे २३ दिवस बाद की जाती थी। यह बड़ी गलती थी मगर हम लोगोंने उसे दुरुस्त कर लिया है और ता. २२ दिसम्बरके दिन उत्तरायण-पर्वके साथ शिशिरऋतुका आरंभ होना भी निश्चित कर दिया है। (मकर संक्रान्ति आजकल ता. १४ जनवरीके दिन होती है और वह कोई ऋतु त्यौहार नहीं है)। मगर यह अकेला ही काम नहीं है; नाक्षत्रिक वर्ष-गणनाके कारण और भी बहुत-सी असंगतियाँ रह गयी हैं जिन्हें सुधारनेका काम अभी बाकी है।

नाक्षत्र वर्षकी बातको यहाँ छोड़कर ऋतुवर्षकी कुछ बात करेंगे। आजकल हम जिसका ज्यादा उपयोग करते हैं वह अंग्रेजी वर्ष ऋतुवर्ष है। पढ़ी-लिखी भारतीय आम जनता अपना व्यवहार उसके जरिये चलाती है। अलवत्ता धार्मिक कृत्योंके लिये हम भारतीय सौर-चांद्र-वर्षका उपयोग करते हैं लेकिन सरकारी और नागरिक कामोंके लिये हम अंग्रेजी वर्षको ही प्राधान्य देते हैं। भारत सरकारने अपने कारवारके लिये अंग्रेजी वर्षके ढंगका अपना ग्रासकीय वर्ष जारी किया है। इस वर्षका आरंभ ता. २२ मार्चको होता है। तारीखोंके आंकड़ोंको छोड़ दे तो यह भारतीय वर्ष अंग्रेजी वर्षके जैसा ही है। अंग्रेजी वर्षकी तरह भारतका यह राष्ट्रीय वर्ष भी प्लुतवर्ष बनता रहता है।

प्लुत दिवस और प्लुत वर्षकी थोड़ी बात कर ले।

नाक्षत्र वर्षकी लंबाई ३६५.२५६३६ दिवस है। ऋतुवर्षकी लम्बाई ३६५. २४२२ दिवस है। हर चौथे साल १ दिवस और जोड़कर हमारे वर्षकी औसत लम्बाई ३६५.२५ दिवस की जाती है। इस प्रकार प्राप्त होनेवाला नागरिक वर्ष ऋतुवर्षके हिसाबसे ०.००७८ दिवस (= ३६५.२५ दि. - ३६५.२४२२ दि.) बड़ा है। लम्बाईके इस फर्कको मिटानेके लिये हर चौथे वर्ष जोड़ा जानेवाला १ दिवस हरेक सदीके वर्षमें नहीं जोड़ा जाता है। वह हरेक चौथी सदीके वर्ष जोड़ा जाता है। यों ४०० वर्षमें कुल ९७ वर्ष प्लुत वर्ष होते हैं। और इस प्रकार हरेक नागरिक वर्षकी लम्बाई ३६५ दिवस + (९७ दि. ÷ ४००) = ३६५.२४२५ दिवस होती है। ऋतुवर्षके हिसाबसे यह वर्ष ०.०००३ दिवस बड़ा है। वर्ष लम्बाईका यह फर्क ३२०० वर्षके बाद सिर्फ १ दिवसका हो जाता है। इस दृष्टिसे देखने पर क्रिश्चियन वर्षकी लम्बाई

पंचांग और समय : १९५

सतोपप्रद है। ३२०० वर्षों में पड़नेवाले उपर्युक्त १ दिवसों के वर्षों को आसानीसे टाल दिया जा सकता है। हर तीसरे या हर चौथे हजार वर्षों को प्लूट वर्ष न मानकर यह एक दूर किया जा सकता है।

ईरान और रूस की प्लूटपद्धति कुछ भिन्न है। वहाँ हर चौथे वर्षों को प्लूट वर्ष मानते हैं मगर ७ प्लूट वर्षों के बाद आनेवाला ८वाँ प्लूटवर्ष चौथे वर्ष के बजाय पाँचवें वर्ष होता है। यों उनके हिसाबसे ३३ वर्षों में ८ प्लूट वर्ष होते हैं और हरेक वर्ष की औसत लम्बाई ३६५ दिवस $+(८ \text{ दि}-३३)=३६५ \times २४२४२४$ दिवस होती है। ऋतुवर्ष की तुलना में यह वर्ष ००००२२४ दिवस बड़ा है। करीब साढ़े चार हजार वर्षों के बाद एक दिवस का फर्क डालकर इस मोटाई को दूर किया जा सकता है।

भारतीय तिथियोंवाले पंचांग की तुलना में अंग्रेजी कैलेंडर बहुत सरल है। सामान्य आदमी भी उसकी तारीख और वार वह सके उतना वह आसान है। तिथियों का पंचांग बँसा नहीं है। उसकी गणित-गणना बहुत ही पेचीदा है और इसी कारण आम आदमी तिथि-वार की आगाही आसानीसे नहीं कर सकता है।

अंग्रेजी पंचांग सरल होने पर भी वह सब प्रकार अनुकूल नहीं है। उसमें वर्षारम्भ अलग-अलग दिनों में होते हैं। दूसरी बड़ी तकलीफ वर्षों के सप्ताहों की है। अंग्रेजी वर्ष पूरे सप्ताहोंवाला नहीं है। उसके ३६५-७=५२ $\frac{१}{४}$ सप्ताह होते हैं। वर्षारम्भ दिवस हमेशा एक-सा ही रहे इस उद्देश्य को लेकर 'बैंड कैलेंडर' की योजना की गयी है। इस पंचांग में चार प्रैमासिक विभाग हैं जिनमें से प्रत्येक ९१ दिवस का है। हरेक विभाग के पहले महीने की पहली तारीख रविवार को, दूसरे महीने की पहली तारीख बुधवार को और तीसरे महीने की पहली तारीख शनिवार के दिन शुरू होती है। चौथे विभाग के अंत में एक ज्यादा (प्लूट) तारीख रखी गयी है। इस तारीख को रविवार पड़ता है और इस कारण वह भी प्लूट दिवस बन जाता है। लेकिन यह हुई ३६५ दिवसवाले वर्ष की बात। ३६६ दिवसवाले वर्ष में एक और प्लूट तारीख की (और यों एक और प्लूट दिवस की) व्यवस्था करनी होगी। विद्वत्पंचांग में यह व्यवस्था प्लूटवर्ष के जून मास की ३० तारीख के बाद के दिवस को प्लूट तारीख और प्लूट रविवार ठहराकर की गयी है।

उपर्युक्त व्यवस्था वास्तव में बहुत ही सरल है। मगर आश्चर्य की बात यह है कि दुनिया के राष्ट्रों ने इस पंचांग का स्वीकार नहीं किया है। विद्वत् पंचांग की सबसे बड़ी तकलीफ प्लूट रविवारों की है। पुराने जमाने से आज तक लोग, तारीख और वारों की गिनती करते आये हैं। ऐसा करने में उन्होंने तारीखों या तिथियों को प्लूट करार दिया है। मगर वारों को कभी प्लूट नहीं कहा है। वारा का चक्र अविरत बहता ही आया है। प्लूट रविवारों से उसे खंडित करना उपयुक्त मालूम नहीं होता है।

दूसरी तकलीफ यह है कि दुनिया के सारे वार आज एक-मेरे हैं। दुनिया के सभी राष्ट्र, बैंड कैलेंडर को स्वीकार न करे तो अलग-अलग राष्ट्रों की तारीखों और वारों में भेद उत्पन्न हो जाने की पूरी संभावना है। ऐसी परिस्थिति में 'बैंड कैलेंडर' विद्वत्पंचांग बनने के बजाय अविद्वत्पंचांग हो जाने का डर रहता है।

आशा करें कि कैलेंडरकी इस गुत्थीको सुलझानेका कोई रास्ता मिल जायेगा।

अंतमें हम पंचांगकी कुंडलीकी बात करेंगे।

भारतीय पंचांगोंमें हर मास पूर्णिमाकी और अमावसकी कुंडलियाँ दी जाती हैं। कुंडली वास्तवमें सूर्य, चंद्र और आकाशीय ग्रहोंकी स्थितियोंका आलेख है। उसकी सहायतासे आकाशीय पदार्थ आसमानमें किस राशिमें देखा जा सकता है उसका पता चलता है। आकाशीय ज्योतिका वास्तविक स्थान ढूँढनेके लिये राशिके अलावा उस ज्योतिके दैनिक आकाशीय अवच्छेदकोंका ज्ञान होना भी जरूरी है। ता. २ नवम्बर १९६७ के रोज दिवाली है। इस दिवसके दैनिक ग्रह (राशि, अंश, कलामें) नीचे अनुसार हैं। साथमें दिवालीकी—आसोजकी अमावस्याकी—कुंडली भी दी गयी है।

सूर्य	चंद्र	मंगल	बुध	गुरु	शुक्र	शनि	युरेनस	नेपचुन
६-१५-२७	६-१२-२	८-१३-५६	६-१४-३९	४-८-४०	४-२९-६	१३-२७	३-४६	४-४

ने. ८	७	यु. ६
मं. ९	सू. के. चं. बु.	शु. ५
१०	४	
११	२१. १	३
२१. १२	२	

कुंडलीसे मालूम होगा कि सूर्य सातवीं राशिमें है और शनि वारहवींमें। इसके अलावा, किसी एक राशिमें कौन कौन-सी ज्योतियाँ हैं वह भी कुंडलीसे जल्द ही मालूम हो जाता है। ऐसा होते हुए भी, कोई ग्रह या सूर्य-चंद्र आकाशमें किस जगह है वह जानने के लिये दैनिक स्पष्ट ग्रहोंके कोष्ठकोंकी भी जरूरत रहती है। मगर इसका यह अर्थ नहीं है कि कुंडलीकी कोई खास महत्ता नहीं है। कुंडलीकी खास महत्ता उसके अभिलेख (Record) की है। पुराने जमानेकी कुंडलियोंके आधार पर उस समयकी घटनाओंका खयाल आता है। इतना ही नहीं अनेक ऐतिहासिक तथ्योंकी छानबीन भी की जा सकती है।

कई पंचांग अलग-अलग ग्रहोंके आकाशीय स्थानोंके अलग-अलग आलेख देते हैं। इस प्रकारके आलेखोंमें, अमुक तारीखसे अमुक तारीख तक, वह ग्रह आकाशमें किस जगह दिखाई देगा उसका रेखांकन रहता है। पंचांगोंके अलावा कई दैनिक और सामयिक पत्र-पत्रिकायें भी सूर्य, चंद्र और ग्रहोंके आकाशीय स्थानोंकी जानकारी देती रहती हैं।

पंचांग और समय : १९७

विश्वपंचांग

जनवरी	फरवरी	मार्च
र सो म बु गु शु ण	र सो म बु गु शु ण	र सो म बु गु शु ण
१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३० ३१	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०

अप्रैल	मई	जून
र सो म बु गु शु ण	र सो म बु गु शु ण	र सो म बु गु शु ण
१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३० ३१	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०

जुलाई	अगस्त	सितम्बर
र. सो. मं. बु. गु. शु. श.	र. सो. मं. बु. गु. शु. श.	र. सो. मं. बु. गु. शु. श.
१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३० ३१	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ २८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ १८ २९ ३०

अक्टूबर	नवम्बर	दिसम्बर
र. सो. मं. बु. गु. शु. श.	र. सो. मं. बु. गु. शु. श.	र. सो. मं. बु. गु. शु. श.
१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३० ३१	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०	१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ १० ११ १२ १३ १४ १५ १६ १७ १८ १९ २० २१ २२ २३ २४ २५ २६ २७ २८ २९ ३०

हर वर्ष ता. ३० दिसम्बरके बादका दिवस वर्षान्त दिन व अधिक रविवार माना जायगा ।

हर प्लुत वर्ष ता. ३० जूनके बादका दिवस प्लुत दिन व अधिक रूपका विशिष्ट रविवार माना जायगा ।

पंचांग और समय : १९९

२३. आकाश दर्शन

आकाशविज्ञान या गगनशास्त्रकी बातोंकी अच्छी तरहसे समझनेके लिये आकाशीय ज्योतिषोंसे परिचिन होना बहुत जरूरी है। मदाकेनी बिस्व अपना ताराविस्व है। इस विस्वमें १०० अरब तारे हैं मगर उन मन्मे हमारी पहचान नहीं है। नग्न आँखोंसे जो तारे दिखाई पड़ते हैं उनमेंसे कुछ विशिष्ट तारोंको और उनके तारक मंडलोंको हम पहचान लें तो आकाश दर्शनका हमारा काम बहुत सरल हो जायगा।

प्रस्तुत पुस्तक तारक परिचयकी विन्यास नहीं है। यहाँ नौसिखियोंको आकाश दर्शन करानेका प्रयत्न नहीं किया गया है विपरीत इसके जो लोग तारोंको पहचानते हैं उनके उस परिचयको और भी दृढ़ बनानेका—तारादर्शनका आनंद कूटनेका—यहाँ प्रयत्न किया गया है। हमारे पाठकोंको तारे और तारामण्डलोंका कुछ परिचय है ऐसा मानकर विभिन्न मासोंके विशिष्ट तारामंडल और उनके तारोंका यहाँ खान परिचय करवाया गया है। परिचयात्मक बहुत-सी बातें तारोंके युग्म या बहुल स्वरूपकी हैं। कई जगह ज्यादा संख्यामें तारे दिखाई पड़नेका जिक्र किया गया है और उस मन्ममें वायनोक्वुलर या छोटी दूरबीन इस्तेमाल करनेकी सिफारिश की है। हरेक आदमीके पास दूरबीनका होना असंभव है लेकिन हममेंसे बहुत ऐसे आदमी होंगे कि जिनके पास वायनोक्वुलर (या फील्डग्लाम) हैं। छोटी दूरबीन कहनेसे हमारा अभिप्राय २ से भी से लेकर १० से भी व्यासके वस्तुकाँच (गाल या दर्पण) वाली दूरबीनसे है। आकाशका गहरा अध्ययन करनेवालोंके लिये ८ से भी से लेकर १२ से भी व्यासके वस्तु-काँचवाली दूरबीन विशेष अनुकूल होगी। वायनोक्वुलरकी नाप आम तौर पर 6×30 , 7×35 ; 10×40 , 10×45 , 24×60 वर्गइंच अथवा द्वारा दर्शाई जाती है। इन अथवामें पहला अब पदार्थके दूरत्वमें जितनी कमी होगी वह दिया जाता है। दूसरा अब वायनोक्वुलरके वस्तुकाँचका मित्रिमोटरमें दिया गया व्यास है। दूसरे पदार्थ २४० मीटर दूर हो तो 6×30 वायनोक्वुलर से वह 260 मीटर— $6=40$ मीटरकी दूरी पर (आया हुआ) दिखाई पड़ेगा और 24×60 से वह 240 मीटर— $24=10$ मीटर दूर मादूम होगा।

अलग-अलग मासके तारादर्शनके रूपमें सब मिलाकर बारह मासोंके ४५ तारामण्डलोंकी विशिष्टताओंका यहाँ परिचय कराया गया है। आम नजरमें सामान्य दिखनेवाले तारोंकी असामान्यताकी आँकी कराई गई है और इसके द्वारा अयोचर सौन्दर्यको प्रकट करनेकी और हमारे मन और हृदयकागको ज्यादा विशाल बनानेकी बात सोची गई है।

आकाशदर्शनके बारेमें जरूरी सूचनायें विषयके आरम्भमें ही दे देना उचित मालूम होगा।

२०० : ब्रह्मांड दर्शन

(१) इस पुस्तकमें अलग मासोंके अलग तारानकशे दिये गये हैं। हरेक तारानकशा अपन महीनेकी पहली तारीखको रातके नौ वजेके समयका (पूर्व भारतमें आठ वजेके समयका) आकाश दिखाता है। पहली तारीखके वजाय दूसरी और तारीखको आकाश दर्शन करना हो तो दर्शनका समय रोजके चार मिनटके हिसाबसे कम कर लेना चाहिये। इस प्रकार ता. १० का दर्शनसमय ८ घं. २० मि.; ता. १५ का ८ घं. ०० मि.; ता. २२ का ७ घं. ३२ मि. और ता. ३० का ७ घं. ०० मि. रहेगा।

(२) यहाँ दिये गये तारानकशे दो प्रकारके हैं। पूर्व और पश्चिम आकाशके अववृत्ताकार नकशे और उत्तर-दक्षिणाकाशके खंड वृत्ताकार नकशे। इनका उपयोग करते समय हमें इन नकशोंको निर्दिष्ट दिशाओंमें धरने होंगे और आकाशके तारोंका नकशेके तारोंके साथ मिलान करना होगा। खंड वृत्ताकार नकशे जिस प्रकार छपे हैं उस रूपमें वे दक्षिणका आकाश दिखलाते हैं। उत्तरकी ओरके तारोंका परिचय करनेके लिये उन्हें उलटा करके देखना होगा।

(३) नकशेमें तारोंको छोटे-बड़े विन्दुओंके रूपमें दिखलाया गया है। वास्तवमें तारे इस प्रकार छोटे-बड़े नहीं दिखाई देते हैं। चमकते या ज्यादा तेजस्वी तारोंको त्रिस्तंज तारोंसे अलग दिखानेके लिये ही यह रीति अख्तियार की है। छोटे-बड़े सभी तारे तेजविन्दुओंकी तरह दिखाई देते हैं किन्तु कई लोगोंका खयाल है कि दूरवीनसे देखने पर तारे बड़े होते दिखाई देते हैं। मगर यह खयाल गलत है। दूरवीनसे देखने पर तारे छोटे लेकिन ज्यादा तेजस्वी दीखते हैं।

(४) नकशोंमें ग्रहोंको कायमी रूपमें नहीं दिखाये जा सकते हैं। सूर्यके इर्दगिर्द घूमनेवाले ये ग्रह रविमार्गके अगलवगलमें ही रहते हैं। दूसरी तकलीफ उनके स्थानकी है। वे हमेशा एक ही जगह नहीं दिखाई देते। ग्रह कहाँ पर हैं उसकी जानकारी पंचांगोंमें दी जाती है। नक्षत्रोंको पहचाननेवाला कोई भी व्यक्ति ग्रहोंको आकाशीय तारोंके बीच ढूँढ़ सकता है। तारे चमकते रहते हैं मगर ग्रहोंका तेज स्थिर होता है : इस युक्तिसे भी ग्रहोंको पहचाना जा सकता है।

(५) पूर्वमें उगते समय तारामंडलोंके जो आकार होते हैं वे पश्चिममें अस्त होते समय नहीं होते हैं। उनके वे आकार उलटे हो जाते हैं। उगते समय रथीमंडलका आकार हँडिया जैसा दीखता है मगर अस्त होते समय ताज या मुकुट जैसा। इस कारण तारामंडलोंके उगने, अस्त होने और मध्याकाशवाले आकारोंको ध्यानमें रखनेकी जरूरत है। अलवत्ता इस कामके लिये विशेष प्रयत्नकी आवश्यकता नहीं है। पूर्व, पश्चिम और मध्याकाशके तारानकशोंमें ये आकृतियाँ दी गई हैं।

(६) आखिरमें सबसे बड़ी एक बात : तारों और तारामंडलोंको पहचाननेका काम जरा भी कठिन नहीं है इस बातका हमेशा आत्मविश्वास रखना चाहिए।

आकाश दर्शनकी परिपाटी पश्चिम आकाशका दर्शन प्रथम करवानेकी है। पश्चिमकी ओरके तारे क्षितिजकी ओर सरकते रहते हैं। उनके अस्त होनेसे पहले उन सबके दर्शन कर लेनेकी इच्छासे ऐसा किया जाता है। पूर्वमें उगते तारोंके बारेमें चिन्ताकी ऐसी कोई बात नहीं है।

बारह मासोंके तारानकशोंके अलावा दो और तारानकशे दिये गये हैं। वे उत्तर ध्रुव और दक्षिण ध्रुवके इर्दगिर्दके तारोंके नकशे हैं। इन चक्राकार नकशोंकी बार पर तीर दिखाये गये हैं।

नक्षत्रों का उपयोग करते समय उनको तीखी दिसा में घुमाना है। पाठ्य देखेंगे कि दोनों नक्षत्रों की तीखी दिसायें एक-दूसरे से उठती हैं मगर नक्षत्रों को घुमाने समय वे पूर्व में पश्चिम की ओर की गति दिखायेंगे।

यहाँ जो तारानक्षत्र दिये गये हैं वे जिन किमी महीने का मानने नी वजे तक का आकाश दिखाने हैं। इसका मतलब कोई यह न समझे कि उमी तरह का आकाश किसी दूसरे महीने में न देखा जायगा। अथवा ७ में ९ वजे तक की समयमर्यादा में वह दूसरे महीने में न देखा जायगा मगर उसके बाद की समयमर्यादा में—अर्ध रात्रि को या बड़े तटके—किमी महीने की रात्रि की शुरूआत का आकाश देखा जा सकता है। जनवरी की शाम का आकाश मितम्बर की सुबह में और मितम्बर की शाम का आकाश मई मास की सुबह में देखा जाता है। मतलब कि किमी महीने की सुबह का आकाश उस महीने के बाद के पाँचवें महीने की शाम का आकाश है। रात्रि अलग-अलग समय कौनसे महीने का नौ बजे का आकाश देखा जायगा उसकी जानकारी पुस्तक के अन्त में परिशिष्ट ३ में दी गयी है।

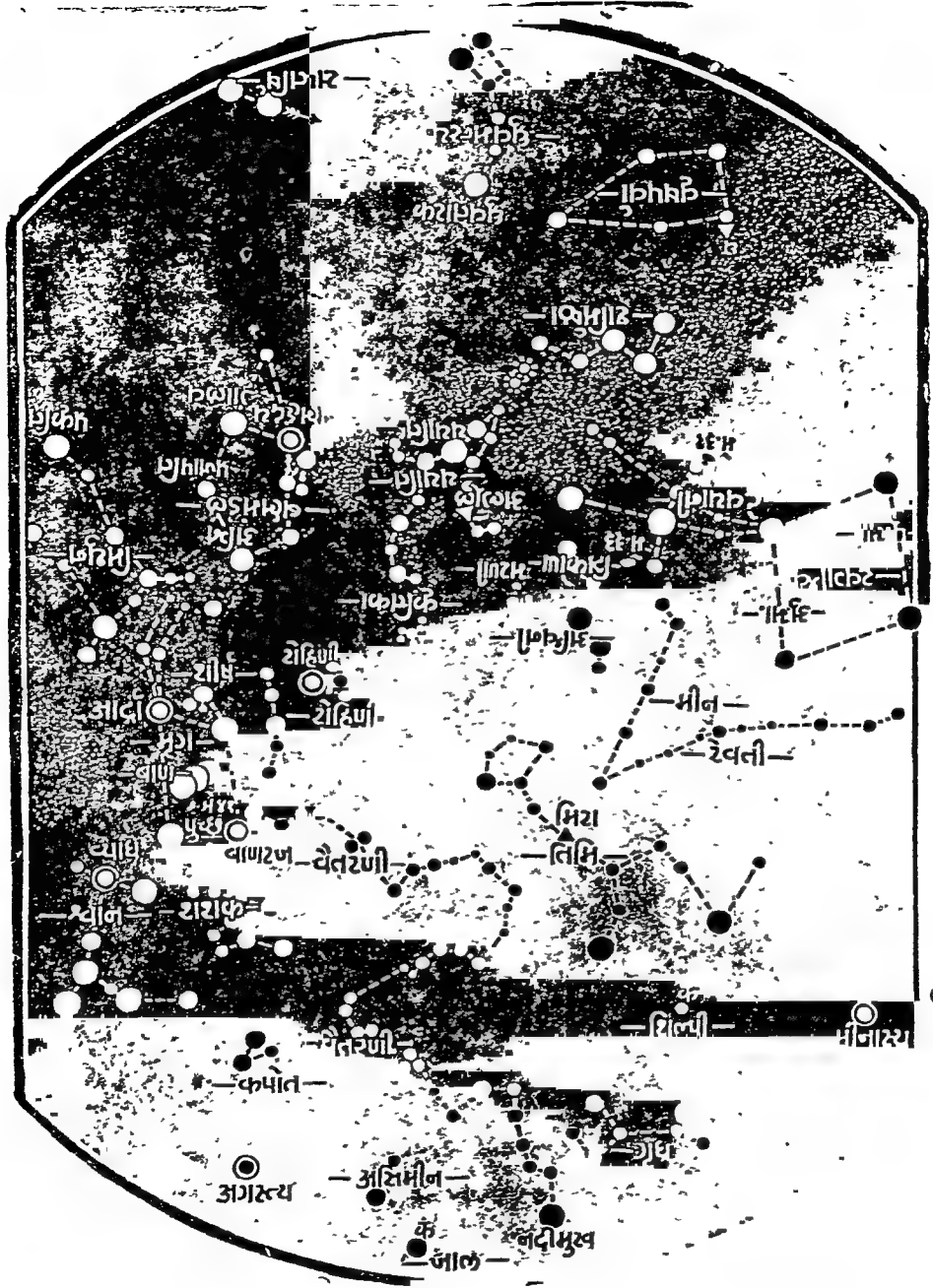
यहाँ जो तारानक्षत्र दिये गये हैं वे अपने महीने की रात्रि नौ बजे का आकाश दिखाने हैं। अगर हमें उमी महीने की रात्रि सात बजे का आकाश देखना हो तो क्या करना चाहिये? ११ बजे का आकाश देखना हो तो क्या करना चाहिये? इन दोनों किस्सों में समय का फर्क दो घंटे का है। दो घंटे का समयफल एक मास के आकाश दर्शन का फर्क है। यो किसी महीने की रात्रि ७ बजे का आकाश उस महीने से एक महीना पहले की रात्रि ९ बजे का आकाश होगा। उसी तरह रात्रि ११ बजे का आकाश एक महीने बाद के रात्रि का आकाश होगा। कोष्ठक में ये मारी बातें दी गयी हैं।

कोष्ठक में मालूम होगा कि जनवरी की पहली तारीख को रात्रि नौ बजे जो आकाश (ज) दीखता है वह मितम्बर की १ तारीख के सुबह ५ बजे, मितम्बर की १६ तारीख के सुबह ४ बजे, अक्टूबर की १ तारीख के रात्रि ३ बजे, अक्टूबर की १६ तारीख को रात्रि २ बजे, नवम्बर की १ तारीख को रात्रि १ बजे समस्त आकाश है। उसी तरह सितम्बर की पहली तारीख के नौ बजे का आकाश मई मास की पहली तारीख के सुबह ५ बजे का और जून मास की पहली तारीख के रात्रि ३ बजे का आकाश है।

यो हम देख सकते हैं कि किमी महीने की रात्रि नौ बजे का आकाश उस महीने के बाद के ८ वें महीने की सुबह पांच बजे का आकाश है।

जनवरी का आकाश

उत्तर की ओर दृष्टि करने पर मालूम होगा कि ध्रुवमत्स्य ध्रुवतारे को काल बना कर उस पर क्षितिज की ओर आँखें मस्तक लटक रहा है। ध्रुवतारे की नजदीक ही ध्रुवविन्दु है जो समस्त आकाशीय ज्योतिषों का प्रदक्षिणाकेन्द्र है। ध्रुवतारा ध्रुवविन्दु के नजदीक होने के कारण स्थिर-सा दीखता है। वास्तव में और तारों की भाँति वह भी अस्थिर है और ध्रुवविन्दु के दक्षिण १३ अंश की त्रिज्या बनाकर घूमता है। ध्रुवतारे के दस परिक्रमावृत्त के भीतर करीब २०० तारे हैं। मगर वे सभी निस्तेज होने की वजह से ध्रुवतारे की विधिष्ट दर्जा प्राप्त हुआ है।



जनवरीका मध्याकाश

आकाश दर्शन : २०३

अपने आकाशीय मार्ग पर चलते समय ध्रुवतारा एक बार ध्रुवविंदुके बराबर ऊपर और एक दफा बराबर नीचेकी ओर चहुता है। इसकी इन दोनों आकाशीय स्थितियोंसे ध्रुवविंदुका स्थान और हमारे स्थलके अक्षांश प्राप्त किये जा सकते हैं। ध्रुवविंदुकी क्षितिज-ऊँचाई हमारे स्थलके अक्षांश है। स्थलके अक्षांश ज्यादा होंगे वहाँ ध्रुवतारा क्षितिजमें और भी ऊँचा रहेगा। पृथ्वीके उत्तरध्रुव तक पहुँचने पर वह हमारे गिर पर आया हुआ दिखाई देगा मगर विपुल-वृत्त तक पहुँचने पर वह क्षितिज पर पहुँच जायेगा।

ध्रुवतारा हमारे बगैरका तारा है। वह हममें करीब ४०० प्रकाशवर्षकी दूरी पर है और सूर्यसे करीब डायै हजार गुना ज्यादा तेजस्वी है। ध्रुवतारा अवेला तारा नहीं है वह एक युग्म तारा है। उसका मायी तारा ९ वें बगैरका नीन्द्रेत तारा है। मुख्य तारा सुद भी युग्म तारा है और वह वृषपर्वी प्रकारका ३९७ दिवस का रूपविकार चललाता है।

ध्रुवमत्स्यके ठीक ऊपर आकाशगंगा-भाटमें आये हुए ययाति मङ्गलकी विशेष प्रसिद्धि अलगूल और तारकगुच्छद्वयके कारण है। ६८ घंटे ४८ मिनटका नियमित रूपविकार चललानेवाला अलगूल ग्रहणवर्गी एक तारा है। सामान्य रूपका २३ बगैरका यह तारा रूपविकार चललाता हुआ ३५ वें बगैरका तारा बन बैठता है और इस नयी ज़िदगीके २० मिनटके बाद वह तेज बढ़ाता हुआ साढ़े चार घंटोंमें मूल रूपको प्राप्त कर लेता है। करीब ९ घंटेका उसका यह खेल सफेद तारेके आगे बाले तारेके आनेके कारण रचा जाता है।

ययाति मङ्गलके समूहमें ऊपरके दो तारोंको देखिये। जो तारा ज्यादा चमकीला है वह एक बहुत तारा है। ययाति मङ्गलका ठेठ नीचेका, गुच्छद्वयके नजदीकका तारा भी एक प्रसिद्ध युग्म तारा है। उसका ताराद्वय द्येत और नील तारेसे बना है। इन दो तारोंमें भी विशेष दर्शनीय है ययाति तारकगुच्छद्वय। ययाति और ताम्रिप्याके बीच आये हुए और एकदूसरेमें घिरोये गये कणों जैसा यह गुच्छद्वय अलग-अलग रूपठटावाले उसके तारोंके कारण, दूरबीनमेंसे देखने पर, कमनीय स्वल्प प्रकट करता है।

ययातिसे नीचेकी ओरवाले आकाश विभागमेंसे ता १० अगस्तके अरसेमें उल्का वर्षा होती देखनेको मिलती है।

अब जरा दक्षिणकी ओर हो जाइये। दक्षिण क्षितिज पर बैतरणी मङ्गलका नदीमुख चमक रहा है। सूर्यसे चार गुना व्यासवाला और ३०० गुना तेजस्वी प्रथम बगैरका यह तारा हमसे ११८ प्रकाशवर्ष दूर है। मुखकी नाई बैतरणी मूल भी एक तेजस्वी तारा है। ऊँचे तापमानवाला यह तारा बाणरजके नजदीकमें ही है। दूरबीनमें देखने पर उसके चारों ओरका ताराखचित आकाश अत्यंत आकर्षक मालूम होता है।

फरवरीका आकाश

ठीक पश्चिममें मीनका चोखाला है। उसकी एक मङ्गली क्षितिजके साथ लव लड़ी रहनेकी चेष्टा कर रही है जबकि दूसरी क्षितिजके समानर। मीनमें बायी ओर तिमि है। तिमिकी विशेषता उसके गिरा सितारेकी है। गिरा यवानाम एक अद्भुत रूपविकारी तारा है। सामान्य २०४४ ब्रह्मांड दर्शन

स्थितिमें वह दूसरे या तीसरे वर्गका तारा है मगर रूपविकारकी उलटफेरमें वह दगवे वर्गका तारा हो जाता है। मिराका रूपविकार समय ३३१ दिनका है। मगर इस दरमियान वह एक-सा रूपविकार नहीं बतलाता है। सबसे ज्यादा प्रकाशित बन चुकने पर वह उसी रूपमें करीब १० दिन तक रहता है और उसके बाद धीरे-धीरे प्रकाश गैबाना हुआ ८ मासके भीतर वह दसवें वर्गका निस्तेज तारा हो जाता है। इसके बाद उसका तेज वेगसे बढ़ने लगता है और ढाई महीनेमें वह मूल रूपका हो जाता है। मिराका महत्तम तेज उसके लघुतम तेजसे १००० गुना ज्यादा है।

मिरा लाल रंगका बिराट तारा है। वह युग्म तारा है और उसका साथी तारा नीले रंगका निस्तेज तारा है।

मिरासे कुछ ऊपर तिमिक् घड़ और सिरको जोड़नेवाला तारा है। पीले और नीले तारामें बना वह मनोहर युग्म तारा है।

मोनके ठीक ऊपर अश्विनी है जिसका यागनारा हामल या क्यवन चंद्रमाग पर ही है। अश्विनीके बाकी दो तारोंमें जो तेजस्वी है वह सबसे प्रथम खोजा गया युग्म तारा है।

अश्विनीसे नभचक्र और राशिचक्र घुम्ना होता है। इस कारण भारतीय खगोलशास्त्रमें यह नक्षत्र बड़ा महत्त्व रखता है।

अब पूर्वाकाशकी मुलाकात करेंगे।

ऊँचे उठने मिहकी बगलमें वामुकि कुछ ऊँचा उठा हुआ दीवना है। वामुकिचा मिर आस्ट्रेपा नक्षत्र है। वामुकिचा यह सबसे चमकीला तारा युग्म तारा है जिसका एक साथी घुंघला है और दूसरा तेजस्वी। तेजस्वी साथी तारा स्वयं युग्म तारा है। यह वामुकि तिनारा हमसे १३५ प्रकाशवर्ष दूर है। उसके साथी १५ वर्षमें एकदूसरेकी परिणमा करते हैं।

वामुकिचा योगनारा सपमणि है। वह लाल रंगका तारा है और उसके इदगिर्दकी बहुत ही कम तारामण्डिके कारण वह अकेला मालूम होता है। उसका 'एवाकी' नाम इस कारण सार्थक ही है।

आस्ट्रेपाका आस्ट्रेप कर देना चाहनेवाला पुष्य नक्षत्र (कर्क राशि) घुंघला होने पर भी उसके अंदर आये हुए मधुचक्रके कारण बहुत प्रसिद्ध हो गया है। मधुचक्रका मंगोलीय नाम मे ४४ है। सरमरी निगाहमें मधुचक्र निहारिका जैसा दीखता है। उसके सारे तारे निस्तेज हैं मगर वामनोक्पुल्लमे दीवने पर वे बहुत अच्छे दिखाई देते हैं। मधुचक्रमें कुल ३५८ तारे हैं। इनमेंसे कईएक १८ वें वर्गके भी हैं। मगर इसका मतलब यह नहीं है कि मधुचक्रके सारे तारे क्षुद्र हैं। मधुचक्रके १०० के करीब तारे शून्यसे भी ज्यादा तेजस्वी हैं। इनमें भी २० तारे शून्यसे १० गुना तेजस्वी हैं।

मधुचक्रके मध्यभागका व्यास १० प्रकाशवर्षका है।

पुष्यकी उड़ीका (उत्तर्गकी ओरका) तारा सुन्दर युग्म तारा है।

अब सुनिको देखिये। उसके दो तारे हैं। एक प्रभास और दूसरा गोमीसा या जलासी। प्रभास प्रथम वर्गका सुनहरा तारा है। इसका एक और नाम प्रस्वा है। श्वान मण्डलसे पहले वह उदित हो जाता है जिस कारण उसे यह नाम मिला है।

सूर्यसे ६५ गुना तेजस्वी प्रभास अत्यन्त निस्तेज साथी तारोवाला युग्म तारा है। प्रभासका सहचर श्वेत वामन तारा है जिस देखनेके लिये बहुत सज्जितशाली दूरबीनकी जरूरत रहती है। इस दोनों तारेका व्यास सूक्ष्मव्याससे १०० वें भागना (करीब पृथ्वीके बराबरका) है मगर उसका घनत्व बहुत ज्यादा है। अपने चमकते साथीसे १५००० गुने निस्तेज इस तारेका घनत्व पानीके घनत्वसे दस लाख गुना ज्यादा है। स्वा (ध्याध) के साथी तारेके घनत्वसे भी बहुत ज्यादा।

मार्चका आकाश

दक्षिणसे वायव्य तक फैली हुई आकाशगंगाका किनारा सुहावने तारामण्डलोंसे शोभित हो रहा है। दक्षिण दिशामें आकाशगंगाकी दाहिनी ओरके मुख्य तारामण्डल मृग, ध्याध और नीला हैं।

मृगके भव्य दर्शनकी तरह उसकी समृद्धिकी भी प्रचुरता है। मृगशीर्षका सबसे ज्यादा चमकीला तारा पीले और लाल साथी तारोका बना एक युग्म तारा है। सारे मृगमण्डलमें कुल मिलाकर ७० युग्म तारे हैं।

लाल आर्द्रा, नीला वाणरज और सीधी रेखावाले वाणके तारोंके कारण मृग जितना फवता है उतना ही वह अपनी मृगपुच्छवाली निहारिकाके कारण प्रसिद्ध हुआ है। ये ४२ नामसे प्रख्यात यह श्वेत निहारिका आकाशका अद्भुत दर्शन है। उसके ठीक बीचमें एक चतुष्पत्तारा है। दूरबीनसे देखने पर हम मंत्रमुग्ध हो जायें ऐसा रूप सौंदर्य वहाँ छिस्कता नजर आता है। इस निहारिकामें शिशु तारे जन्म पा रहे हैं। उनके तेजके कारण यह निहारिका बहुत ही दमक रही है। ये ४२ का यथार्थ वर्णन करनेके लिए हमें कबिहृदय बनना पड़ेगा।

आर्द्रा लाल तारा है जबकि वाणरज नीला। एक विस्तारमें महान है दूसरा प्रकाशसे। वाणरज युग्म तारा है। उसका साथी तारा ६७ वें वर्गका है जो मृदु भी एक युग्म तारा है। आर्द्रा स्पष्टिकारी तारा है। इन्टरफ़ेरोमीटरसे उसका व्यास सबसे पहले मापलूम किया गया था। आकाशास्थित किसी भी तारेकी अपेक्षा यह हमें ज्यादा गरमी (उष्णता) देता है फिर भी उसके द्वारा ५१,००० वर्षोंमें हमें प्राप्त होनेवाली उष्णता सूर्य द्वारा प्राप्त होनेवाली १ मिनटकी उष्णता के बराबर है।

वाणके बीचका तारा अनिच्छ है। उसके दोनों ओरके तारे—ऊपर चित्रलेखा और नीचे उषा—युग्म तारे हैं। चित्रलेखाके साथी तारे श्वेत और नीले हैं जबकि उषाका एक तारा पीला है और दूसरा नीला। चित्रलेखाकी विशेषता अगर उसके विपुलवृत्तीय स्थानकी है

तो उपाकी उसके पास अवस्थित अश्वशीर्ष श्याम निहारिका की। उपाके ठीक नीचे जो तारा है उससे नजदीकका एक तारा अनेक रंगी तारोंवाला बहुल तारा है।

मृग चौकड़ीकी शोभाकी तरह आर्द्रा, रोहिणी, वाणरज और व्यावसे वननेवाले चतुष्कोणका सौन्दर्य भी नयन-रम्य है। मृग मंडलमे एक उत्कोद्गम-स्थान है। वहाँसे अक्टूबर १९ के अरसेमे त्वरित वेगवाली उल्कायें छूटती हैं। इन सभीके कारण आकाशके सारे तारा मंडलोंमें मृगका स्थान सर्वोत्कृष्ट है।

श्वान मंडलका योग तारा (व्याव) अपनी शीतलके कारण प्रसिद्ध हुआ है या मृगके पीछे दौड़नेके कारण, उसका फँसला करना मुश्किल है। व्याव युग्म तारा है। उसका मुख्य तारा अपने साथी तारेसे १०,००० गुना तेजस्वी है। मगर साथी तारा भी कुछ कम नहीं है। पानीके हिसाबसे ५०,००० गुनी घनतावाला यह श्वेत वीना अंतरिक्षका एक आश्चर्य है। कुछ भी हो नग्न आँखसे व्यावको उदयमान होता देखनेमे बड़ा मजा आता है। उसके तेज-पलटोंकी शोभा देखते ही बनती है। व्यावको दूरवीनसे देखनेवाले उसके रूपसौन्दर्य पर लट्टू हो जाते हैं। हरेक किस्मके प्रकाश-फव्वारे छोड़नेवाला व्याव सुन्दर तेजगिखाओंसे आवृत तेजस्वी रत्न सरीखा दीखता है।

व्याससे ठीक नीचे नग्न आँखसे दिखाई पड़नेवाला एक तारकगुच्छ है। वायनोक्वुलरसे देखने पर उसके केन्द्रमें एक लाल तारा नजर आयेगा। इस लाल तारेका ७ या ८ से. मी. वाली दूरवीनसे निरीक्षण करनेमे बड़ा आनंद आता है।

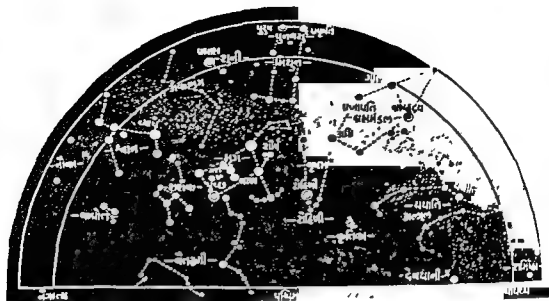
मगर अगस्त्यका क्या? व्यावसे दूसरे नंबरका यह तेजस्वी तारा आयतनकी और तेजकी दृष्टिसे विराट है। आश्चर्यकी बात तो यह है कि इस तारेका अवगुंठित रहस्य हम अभी तक नहीं खोल पाये हैं।

६.

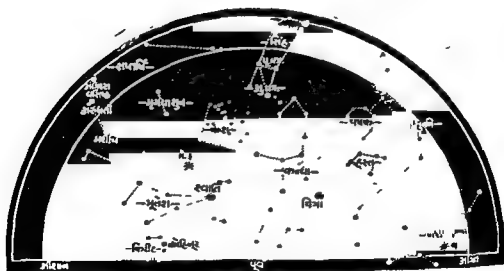
अपलका आकाश

पश्चिमकी ओर मन्दाकिनीका पुल बना है और उसके नीचे हचकोले खाते हुए मृग और रोहिणी पश्चिम क्षितिजके घाटकी ओर बढ़ रहे हैं। इस शोभामें अभिवृद्धि करता है मिथुन मंडल। आकाशगंगाके दूसरे किनारे नरनारायणकी मंगलमूर्ति सम वह खड़ा है। एकको पुरुष और दूसरेको प्रकृति मान लिया जाय तो आकाशमंदिरका यह मूर्तिद्वय अर्थपूर्ण बनता है। मिथुन मंडलके पुरुष और प्रकृति दोनों प्रथम वर्गके तारे हैं। इन दोनोंमें प्रकृति कुछ कम तेजस्वी है। प्रकाशके हिसाबसे वह कम उज्ज्वल भले हो, हरे और श्वेत मुख्य तारोंसे बना छ तारेवाला प्रकृति अपनी अन्य प्रकारकी उज्ज्वलता प्रकट करता है। सिरकी तरह प्रकृतिके पैर भी समृद्धिसे परिपूर्ण हैं। उत्तरकी ओरके पैरके अंगूठेके नजदीक ही दक्षिणायनविंदु है। यहाँसे सूर्य आर्द्रा-प्रवेग करता है। इसके अलावा इस पैरसे कुछ ऊपरकी ओर एक अत्यंत सुन्दर तारक गुच्छ मे ३५ आया है। सामान्य दूरवीनसे देखने पर भी वह हमें आनंदविभोर कर दे वैसे उत्तम उसका रूप है। उसकी इस कमनीयताको और बढ़ाती है दो तारा पंक्तियाँ, जो उसके

आकाश दर्शन : २०९



मरीखा पश्चिमाकाश



मरीखा पूर्वाकाश

दोनों ओर समांतर रेखाओंके रूपमें विद्यमान है। प्रकृतिके इसी पाँवके नजदीक युरेनस ग्रह खोजा गया था। मगर इस प्रकारका गौरव लेते समय पुरुषको हम कोई अन्याय तो नहीं कर रहे ऐसा प्रश्न उठना स्वाभाविक है। इतिहास बतलाता है कि प्लुटो ग्रह पुरुषकी कमर (पुरुषकी नीचेके तारे) के पास खोजा गया था। इन दोनों ग्रहोंकी खोजोंको जोड़नेवाला रविमार्ग भी प्रकृतिवाद और पुरुषकटिमें होकर गुजरता है और यों पुरुष और प्रकृतिके द्वैतको वह अद्वैतमें पलट देता है।

तारागुच्छोंमें कृत्तिका परम दर्शनीय है वैसे ही नक्षत्रोंके तारोंमें रोहिणी है। रक्तांगी रोहिणी नितान्त सुन्दर तारिका है। रोहिणीशकटको चन्द्र भेदता है तब वृषभचक्षु रोहिणीकी शोभा और महत्ता बढ़ जाती है। रोहिणी कृत्तिकाकी अनुगामिनी है लेकिन भौतिक खगोल उसे दूरगामिनी ठहराता है।

वृषभके एक सींगकी नोक अग्नि है। वृषभका दूसरा सींग छोटा भले ही हो उसका पड़ोस बहुत समृद्ध है। उसके सिरके नजदीक ही खगोलप्रसिद्ध कर्क निहारिका है। यह सबसे प्रथम आविष्कृत निहारिका है जो मे १ के नामसे मशहूर हुई है। कर्क निहारिका छोटी दूरबीनसे नहीं दिखाई देती है। उसके दर्शन पानेका काम हमारी दर्शनशक्तिको चुनौती देनेवाला है।

वृषभको यहाँ ही छोड़कर आइये अब पूर्वके सिंहसे मुलाकात करें। यथानाम तथा आकृति सिंहका योग तारा मघा है। सप्तपियोंने जिसके महँगे पानीको पसंद किया है वह मघा रविमार्ग पर आया हुआ ८वे वर्गके साथी तारोंवाला एक श्वेत त्रिकतारा है। मघाकी हँसिया दो प्रकारसे प्रसिद्ध है। उसे जम्माई लेते हुए सिंहका मुँह माना जाय तो उसकी नोक सिंहकी नाक समझी जायगी। इस नाकके नजदीक ही ता. १४-१५ नवम्बरके अरसेमें दिखाई देनेवाली उत्कावर्षिका उद्गमस्थान है। दूसरी प्रसिद्धि है सिंहके कव्चेकी। मघाकी हँसियाका यह दूसरा चमकीला तारा मघासे तीसरा तारा है। उसका अरबी नाम है अल जीवा। इस नामका अर्थ है केसर। सिंहका केसरी नाम भी केसर (अयाल) परसे ही आया है। केसर रूपहला युग्मतारा है मगर सामान्य दूरबीनको वह दाद नहीं देता है।

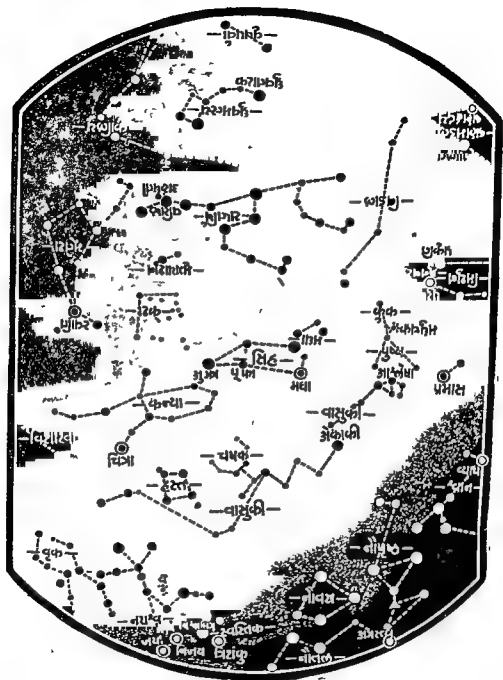
सिंहकी कमर पूर्वा-फाल्गुनी है और उसकी पुच्छ उत्तरा-फाल्गुनी। उत्तरा-फाल्गुनीका एक तारा चमकीला है मगर दूसरा बुँधला। चमकीला तारा नीले रंगका तारा है और हमसे दूर अवकाशमें वह सरक रहा है।

सिंहरागिसे कुछ दूर स्वाति और चित्रा क्षितिजसमांतर रहते हुए ऊपर उठते आते हैं। उनके दर्शन करके इस मासका आकाश दर्शन पूरा करना ठीक होगा।

मईका आकाश

दक्षिण दिगामें क्षितिजसे ऊपरकी ओर आकाशगंगा फैली हुई है। उसमें अवगाहन करनेवाले तारा मंडलोंमें स्वस्तिक छोटा लेकिन सलीला तारा मंडल है। कर्णफूलकी तरह लटकता क्षितिज की ओरका उसका त्रिगंकु तारा हमसे ३७० प्रकाशवर्षकी दूरी पर बैठा हुआ युग्म तारा है। उसके दोनों साथी तारे आसानीसे देखे जा सकते हैं। वे दोनों बहुत तेजस्वी

आकाश दर्शन : २११



मईना मथ्याळान

२१२ • ब्रह्माङ्क दर्शन

तारे हैं। एक तारा सूर्यसे १३०० गुना तेजस्वी है तो दूसरा २५०० गुना। ज्यादा आश्चर्यकी बात यह है कि हरेक साथी तारा खुद युग्म तारा है!

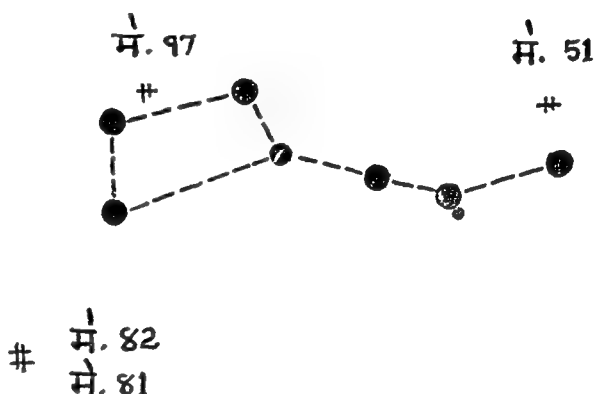
स्वस्तिकमंडलका सबसे ऊपरका तारा दूसरे वर्गका नारंगीके रंगका पीला युग्म तारा है। उसे त्रिशंकुके साथ जोड़नेवाली रेखा दक्षिण ध्रुवको ताकती है। स्वस्तिकके वगलवाले नराश्व मंडलके जय-विजयको जोड़नेवाली रेखाका लंबद्विभाजक भी दक्षिण ध्रुवको ताकता है। इन दोनों रेखाओंके संगम पर दक्षिण ध्रुव है।

स्वस्तिकमंडलका बायीं ओरका तारा विश्वामित्र है। उसका तेजांक १९०० है। कहनेका मतलब यह है कि वह सूर्यसे १९०० गुना तेजस्वी है। विश्वामित्र अत्यंत गरम नीला तारा है जो हमसे ३०० प्रकाशवर्ष दूर है। स्वस्तिककी खास विशेषता उसकी काजलथैली है। उसकी और विशेषता इस थैलीके किनारे अवस्थित 'रत्नपेटी' नामके तारा गुच्छकी है। यह गुच्छ विश्वामित्रके नजदीक है और उसका स्वरूप कृत्तिकासे होड़ लेता है।

रूपराशि स्वस्तिकको विशेष प्रतिष्ठा प्रदान की है ऑस्ट्रेलियावालोंने। उन्होंने स्वस्तिक को अपने राष्ट्रीय झंडेका राष्ट्रप्रतीक बनाया है।

स्वस्तिकको छोड़ अब सप्तर्षिकी मुलाकात करें।

आंखोंके तेजकी परीक्षा करनेको अरब लोग जिस घोड़े और घुड़सवारको देखनेको कहते हैं वह वसिष्ठ और अरुंधतीके तारे युग्म नहीं बनाते हैं। छोटी दूरबीनसे देखने पर वसिष्ठ और अरुंधतीके बीचमे एक निस्तेज तारा दिखाई देता है: इतना ही नहीं वसिष्ठ खुद युग्म-तारा प्रतीत होता है। वसिष्ठ-युग्मका एक तारा हरा है और दूसरा सफेद।



सप्तर्षिमंडलकी खास विशिष्टता उसके इर्द-गिर्द आये हुए ताराविश्व हैं। पुलह और क्रतुको जोड़नेवाली रेखाको बढ़ाने पर, इन दोनों सितारोंके अंतरकी दूरी पर मे ८१ और मे ८२ विश्वद्वय आये हैं। पुलहके करीब ही मे ९७ निहारिका है जबकि मरीचिसे उत्तरकी ओर मे ५१ नामका प्रख्यात भँवरविश्व है। मे ९७ ग्रहरूप निहारिका है और 'उल्लू निहारिका' के नामसे प्रसिद्ध है।

वसिष्ठसे ऊपरकी ओर एक चमकीला तारा दिखाई देगा। वह मृगयाशुनका योगतारा है। यह तारा युग्म तारा है जिसके दोनों साथी तारे पीले रंगके हैं। छोटी दूरबीनसे इनको आसानीसे

देखा जा सकता है। कोर कारोरी (मृगशिरा योगनारा) और स्वातिको जोड़नेवाली रेखा पर मे ३ नामका गोलाकार तारागुच्छ है जिसके हजार तारोंमें से बड़े सौने बरीब रूपविकारी तारे हैं। यह तारागुच्छ हमारे ४०,००० प्रकाशवर्ष दूर है।

जूनका आकाश

ईशानमें शुरू होकर पूर्वाषाढमें ऊँचे उठनेवाली आकाशगंगा अग्नि दिशामें तारापुल बनाती हुई दक्षिणमें गुजरती हुई ठेठ पश्चिम तक पहुँच गई है। उसके ईशानी छोर पर हम मंडल है और पश्चिमी छोर पर एकपुंग। हमके ऊपर बीणा मंडल है। इस छोटे लेकिन मुहाबने तारा मंडलके मुख्य छ तारे हैं जिनमें अभिजित सबसे ज्यादा तेजस्वी है। हीरे ऐसी नीलरंग चमकवाला अभिजित हमारे सूर्यम छाई गुने ध्यामन्नाला ५० गुना तेजस्वी तारा है। १३,००० वर्षों बाद हमारा ध्रुवनारा बननेवाला २६५ प्रकाशवर्षकी दूरी पर स्थित हम तारेको बड़े लोप २८ बाँ नक्षत्र करार देने हैं।

बीणामंडल की आकृतियों—त्रिकोण और समानर भुज चतुष्कोण—में बना है। त्रिकोणका उत्तरी निम्नतम तारा एक चतुष्कोण है। उसके दो तारोंको नाम अश्लेमे देखा जा सकता है अगर बाकीके दो तारोंकी देखनेके लिये दूरबीनकी आवश्यकता रहती है। नग्न आँखसे दिखाई देनेवाली तारा जोड़ी ४५ वर्षोंके तारोकी है। बीणा चतुष्कोणके दो तारे चमकते और दो कम तेजस्वी हैं। तेजस्वी तारोंमें से ऊपरवाला ताग एक रूपविकारी बहुत तारा है जिसका रूपविकार नाम आख्ये भी मालूम हो सकता है। ३४ मे ६५ वर्षोंके उसके रूपविकारकी समयमर्यादा १२९ दिवसकी है। रूपविकारीका नाँवका तारा वर्षपट्टीय युग्म ताग है। चतुष्कोणके बाकी दो तारे भी युग्म तारे हैं जिनके द्वित्वको वायव्योवमुलरमें भी देखा जा सकता है।



और और मे १३

बीणा मंडलकी खाम विशेषतायें दो हैं। मे ५७ वलय-निहायिका और उल्का-उद्गम स्थान। वलय निहायिकाका स्थान इसकी ओरके बीणाके चमकीले तारोंके पास है जबकि उल्का उद्गम-स्थान अभिजितके कुछ दूर, बीणाके दूसरे चमकीले तारोंको जोड़नेवाली रेखा पर है। यहाँ से ता २१ अप्रैलके अरसेमें उल्कायें झटती दिखाई देती हैं।

बीणाके ऊपर मीनमंडल है। उसका योगनारा (मर्षघरके निक्टका) लाल रंगका रूपविकारी युग्म तारा है। यह तारा परम विराट तारा है।

घौरिमडलकी विशेषता मे १३ तारागुच्छकी है। घौरिकी बीचवाली ताराघीबडीकी एक धार पर आया हुआ यह तारागुच्छ छठवें वर्गके तारा जैसा दीखता है। उसे ठीक तरहसे देखनेको बायनोक्युलर या दूरबीनका उपयोग करना चाहिये।

मे १३ गोलाकार तारागुच्छ है। हमसे ३६,००० प्रकाशवर्ष दूर आये हुए इस तारा-गुच्छमें करोड़ एक लाख तारे हैं और उनमें आधे हमारे सूर्यसे भी ज्यादा तेजस्वी हैं। १०० प्रकाशवर्ष व्यासवाले इस गुच्छके तेजस्वी तारे सामान्यतया विराट तारे हैं।



त्रिरीटिका खेडक



त्रिरीटिकी दो भवस्थानें



घौरि कृष्णका अन्य नाम है। पश्चिमके लोग घौरिको औजारोकी धार तेज करनेवाला सान कहते हैं। रचिभितता इसे कहते हैं।

घौरिमे कुछ ऊपर आया हुआ घोंडेके सूरके आकारका त्रिरीट मडल कोहिनूर तारेमें बहुत साहना है। कोहिनूर सूर्य-प्रकारका तारा है और वह व्याघ्र, सप्तपिंके बीचवाले पाष तारो वर्गरहके साथका तारा सघ रचता है। कोहिनूरको और त्रिरीटके अन्य तारोको एकदूमेरे के साथ निम्नत न हो ऐसा उनका बताव है। ये सभी अलग दिशाओंमें गति कर रहे हैं। पधाम हजार वर्षके बाद त्रिरीटका आकार खुबमूलत आकार रोकेटरूपका हो जायगा।

मनु १८६६ में एक स्फोटक तारा त्रिरीट मडलमें दिखाई दिया था जो बहुत भारी तेज-चमक दियाकर अति अल्प समयमें मूलरूपका तारा बन गया था।

जुलाईका आकाश

दक्षिण-आकाशमें क्षितिजमें थोटे ऊँचे भ्राम्य मटके जय और विजय चमक रहे हैं। जय हमने नजदीनका तारा है लेकिन विजय दूरका। जय सूर्य जैसा तारा है और हममें ४३ प्रकाशवर्ष दूर है। विजयकी धान अलग है। ४९० प्रकाशवर्षकी दूरीवाला यह तारा सूर्यमें ८००० गुना तेजस्वी है।

जय-विजयकी जोड़ी प्रकृति-पुरुषकी जोड़ी जैसी है। फल इतना ही है कि जय तारा प्रकृतिकी तरह छ तारोंमें नहीं लेकिन तीन तारोंमें बना हुआ बहुत तारा है। उसका एक साथी तारा सूर्यके हिमावमें एक तिहाई तेजवाला है। यह तारा प्रमुख तारेसे २३ आकाशीय एकर दूर है। तीसरा तारा ११ वें वर्गका है। सूर्यकी तुलनामें उसका तेज २०,००० वें भागका है। यह तारा हमारे सबसे नजदीकका तारा है। उसे समीप तारा कहते हैं। कई बार अपना तेज बढ़ाकर वह थोड़े समयके लिये भव्यता है इस कारण उसे भ्रमूका तारा भी कहते हैं।

जय-विजयको जोड़नेवाली रेखा स्वस्तिकशीर्षको ताकती है।

नरादबमहलको निजी विशिष्टता व मोलाकार तारकगुच्छकी है। नग्न आंगसे चौथे वगके तारे जैसा दिखाई पड़नेवाला यह गुच्छ हमसे २०,००० प्रकाशवर्ष दूर है और करीब एक लाखवीं तारा-ममृद्विवाला है।

स्वाति मध्याकाशमें है और चित्रा उसमें कुछ दक्षिणकी ओर है। स्वाति विराट तारा है। सूर्यसे १०० गुना तेजस्वी यह तारा हमसे ३६ प्रकाशवर्ष दूर है। चमकने हिमावने वह आकाशका चौथा चमकीला तारा है। जिन थोड़े तारोंके व्यास इन्टरफेरोमीटरमें नापा गया है उनमेंसे वह एक है। भूतेगमहलके अनगन होने पर भी वह उम महलका मदम्य नहीं है। स्वाति अनि वेगमें गति करनेवाला तारा है। उसका अंतरिक्षीय वेग प्रति सेकंड १२० किलोमीटर का है। वय दरमियान वह २५ आकाशीय एकक अंतर तय करता है। कहनेका मतलब यह है कि वह १६०० वर्षमें एक अमका अंतर काटता है। स्वाति-गमन चित्राकी ओरका है। स्वातिमें चित्रा ३१ अक्षांश फामके पर है। चित्राका अंतरिक्षीय वेग बहुत ही अल्प है। इस कारण करोड़ भांये लाख वर्षोंके बाद स्वाति और चित्रा एकदूसरेके नजदीकके हो जायेंगे।

भूतेगमधोर्य (या गदाका मिरा) तीसरे वर्गका तारा है और ऋक्षपाल नामसे पहचाना जाता है। मज्ज ऋषि (ऋष) इस बातके प्रमाण हैं।

चित्रा कश्चारागिका योगनारा है। वह वर्णपटीय युग्म तारा है जिसके दोनों साथी एक-दूसरेके इर्दगिर्द ४ दिवसका चक्कर काटते हैं। चित्राका अपने अक्ष पर घूमनेका समय सिर्फ १७ दिवसका है। चित्रा हमसे २२० प्रकाशवर्ष दूर है और सूर्यसे वह १४०० गुना तेजस्वी है।

चित्रावाली कन्याकी ताराहारका, चित्राके बादका, तारा युग्म तारा है। इसी हारके चौथे तारेके समीप ही शरदमयान होना है।

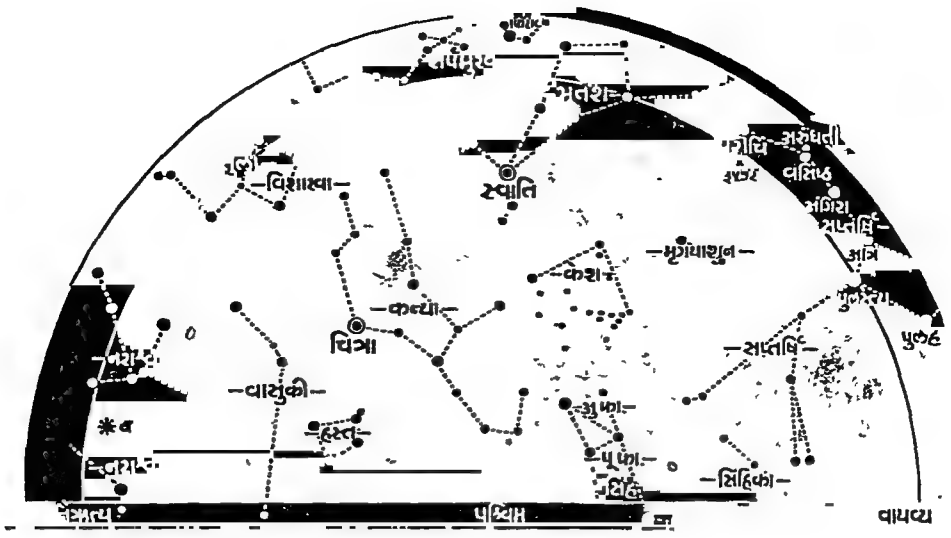
उत्तरमें कालिय ध्रुवमाल्यके ऊपर लटक रहा है। उसका ४ तारा ई प्र ३५०० में हमारा ध्रुवनारा था। आज वह चौथे वर्गका तारा है मगर पुराने जमानेमें वह दूसरे वर्गका तारा था। उनके तेजमें कमी आ गयी है।

काशियके फन पर मौजि महल लक्ष है। फनका चमकीला तारा कालियकी आँख है। यह तारा प्रकाश-अपेक्षके आविष्कारका गवाह है। कालियकी व्याम विसंपना उसकी गरदनके मोड़में अवस्थित बंदव (रविमार्गका ध्रुव) की है। बंदवको केन्द्र समचकर बंदव-ध्रुवनारा अंतरकी त्रिज्यामें खींचे हुए वृत्त पर आये हुए तारे बस हमारे ध्रुवतारे बनते रहते हैं। विषुवायन गतिके कारण हमारी पृथ्वी २६,००० वर्षोंमें एक ध्रुवचक्र पूरा करती है।

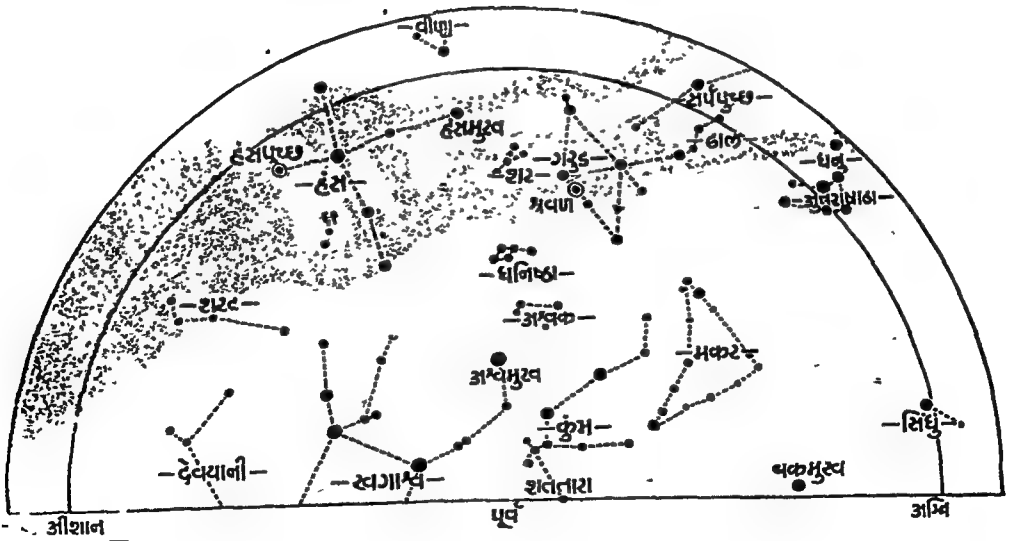
कालियमें एकसे अधिक स्थानोंमें उल्का वर्षा होती है मगर उन सन्नीमें जून २८ के दिन होनेवाली उल्कावर्षा विशेष महत्व रखती है।

अगस्तका आकाश

पश्चिमाकाशमें वामुनि और मिहने अपनी पूछोंकी क्षितिजके बाहर रखकर अस्तावलमें डुबकी लगाई है। वामुनिका साथ करनेवाला हस्त भी बहुत जल्द अस्त हो जायगा। पश्चिमके २१८ : ब्रह्मांड दर्शन



अगस्तका पश्चिमाकाश



अगस्तका पूर्वाकाश

लोग हस्तको बीआ कहते हैं। और हम भी कुछ गये-बीने नहीं हैं। भाद्रोमें मेघ गरजता है तब 'गगन गात्रे हाथियो'—(गगनमें हाथी गरजता है)—बह हमको हस्ती बना दिया है।

ठीक पश्चिमकी ओर ऊँचे स्वानि दियाई देता है। उसके और मिहूके बीचमें आया हुआ केश मटल पाँचवें या छठे वर्गके निम्नोच्च तारोंका जनस्थायी तारकुच्छ है। वह हमसे २७० प्रकाशवर्ष दूर है। वायनोक्पुच्छमें देखने पर उममें २० से ३० तारे दियाई पड़ते हैं। केशकी खाम ममूद्वि है उसके तागाविस्तारकी। वेगममूहके ताराविस्तारकी बड़ी दूरबीनोंसे ही देग पाना समभव है।

अब पूर्वदिशाकी मुलाकात करें।

आकाशगगाके पाटमें एकदूसरेके विपल उद्भयनके मूत्र साथी हम और गरुडके दर्शन होये। उनके पाम आकाशगगा दो चाराओमें बहती है। हमपुच्छ या गाथी तारा एक बाजलधौलीके चितारे पर अवस्थित है। इस स्थान निहारिकामें ६१ हस नामका एक तारा है जिसकी हमसे दूरी सबसे पहले मादूम की गयी थी। ११० प्रकाशवर्षके दूरत्ववाला यह तारा छठवें वर्गके दो तारोंमें बना एक युग्म तारा है। हमपुच्छ या गाथी तारा महाप्रतापी तारा है। हमसे १६०० प्रकाशवर्ष दूरके इस तारेका तेजाव ५०,००० है। बंजानिकोंका मयाल है कि इस तारेका वातावरण स्पष्ट होता रहता है।

हम मटलका दूसरा तेजस्वी तारा हमसुग है। इसके आमपाम स्थान निहारिकामें बिलरी पड़ी है। तीसरे और पाँचवें वर्गके मुनहरी और नीले तारोंमें बना यह युग्मतारा आममानके सारे युग्मताराका मिरमौर है। हमसुगका द्वैत शक्तिशाली वायनोक्पुच्छमें ही देखा जा सकता है। समूचा हममटल ध्वेन और स्थान निहारिकाओंके अलावा अनेक स्फोटक तारोंकी भी लीगमूमि है।

हमकी छत्ती या हमवग तीसरे वर्गका तारा है। वह २२ सेकंड ६ किलोमीटरके वेगसे हमारी ओर बढ़ रहा है। दोनों ओरकी वाज्र बेलियनि समग्र पर वह बहुत पड़ता है।

गरुड भी कोई कम मज्ज नहीं है। उसकी मोमाकी बज्जती है उसकी पीली चमकीली आल-श्रवण। श्रवणका अरबी नाम है अल देरा या उट्टा गरुड। हमसे १६५ प्रकाशवर्ष दूरका यह तारा उसके अग्रगण्यके दो तारोंके साथ श्रवण नक्षत्र या बीवर (बहंगी) बनाता है। ये दो तारे श्रवणके मांगप हैं। उनके बीचका जतर ५ अंशका है इस कारण वह मापकका काम देता है।

श्रवणका स्थान भूर्यव्यासमें ढेठ गुना है। श्रवणकी गतहका उष्णतामान ८०००° से है इस कारण वह सूर्यसे १० गुना तेजस्वी भादूम होता है। मज्जदार बात यह है कि श्रवण अपने अक्ष पर बहुत तेजीमें घूमता है। साठे सात घंटेकी अवधिमें एक चक्कर पूरा करनेके कारण श्रवणकी दगा बीचमें उमरी हुई नास्पाति जैसी हो गई है। उसका विपुववृत्तीय व्यास ध्रुवीय व्यासमें ढेठ गुना है। मज्ज श्रवण और तेजीसे घूमनेका उपनम करें तो वह २२० : बह्माड दर्शन

टूटकर युग्म तारा बन जानेकी पूरी संभावना है। दर असल श्रवणके १० वें वर्गका एक साथीतारा है ही, घुमावके फलस्वरूप वह त्रिकतारा हो जायगा।

गुरु मंडलकी पूँछके करीब ही ढाल मंडल है। गुरुकी ओरके उसके तारेकी वगलमे ही मे ११ नामका ९ से ११ वे वर्गके निस्तेज तारोंसे बना एक मुन्दर तारक गुच्छ है।

अब घनिष्ठाकी चर्चा करेंगे।

अबवाले उसे सवारीका ऊँट कहते हैं और चीनवाले तुमड़ी। हम उसे झंडा समझते हैं। इस झंडेके उत्तरकी ओरके दोनों तारे युग्म तारे हैं मगर उनके साथी तारे बहुत ही बूँदले हैं। नग्न आँखोंसे जिन्हें देखा न जाय उनकी किसी भी प्रकारकी प्रगति करना बेकार है।

प्राचीन खगोलके हिसाबसे घनिष्ठाका नाम श्रविष्ठा है।

सितम्बरका आकाश

ईशानसे नैऋत्य तक पहुँचती आकाशगंगा वृश्चिक विस्तारमे बहुत फैली पड़ी है। आकाश-गंगाका सबसे ज्यादा चमकीला भाग धनुरागिमे है। यह विभाग मंदाकिनी विश्वका केन्द्रभाग है। हमारा विश्वकेन्द्र ताराबदलों और तारक गुच्छोंसे बहुत समृद्ध बना हुआ है। आकाशगंगाका उज्ज्वल पाट धनु और वृश्चिकके आगे दो धाराओंमे विभक्त होकर बहता है। आकाशगंगामे इन सब जगह श्वेत और श्याम निहारिकाये हैं। धनु विभागकी त्रिदेही निहारिका बहुत प्रसिद्ध है।

धनुरागि विलकुल दक्षिणकी राशि है। इस राशिमे सूर्यप्रवेश १४ दिसम्बरके रोज होता है। २२ दिसम्बरको सूर्य ज्यादासे ज्यादा दक्षिणका होकर उत्तरकी ओर मुड़ता है। यह दिवस उत्तरायणके पर्वका है।

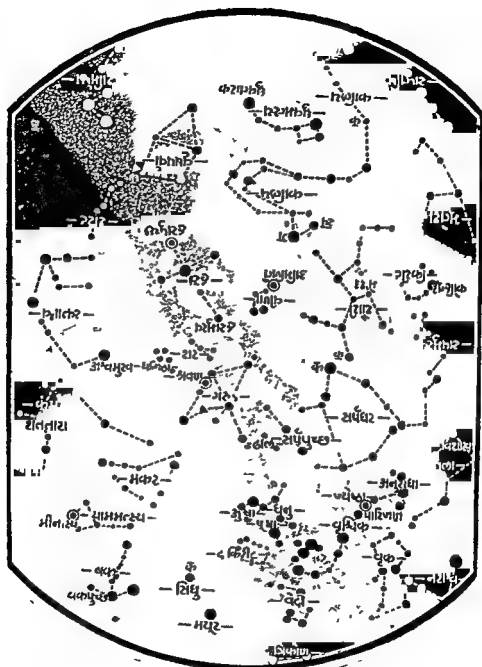
धनुमे दो तारा-चतुष्टय है। उनमेंसे वृश्चिककी ओरका धनुष्य और वाण दर्शाता है जबकि गुरुकी ओरका धनुर्वारीको। धनुष्यका मध्यतारा और तीरकी नोकको जोड़नेवाली रेखा ज्येष्ठाको ताकती है। बदलेमे वृश्चिकके डंककी धाक धनुष्यके छोरवाले तारेको प्राप्त होती है।

वायनोक्थुलर या छोटी-सी दूरबीनसे देखने पर सारा धनुप्रदेश अत्यंत आकर्षक मालूम होता है।

लेकिन वृश्चिक क्यों चुप है?

वृश्चिकके प्रभावोत्पादक दर्शनकी तरह उसकी तारासंपत्ति भी उत्तम प्रकारकी है। वृश्चिकका योगतारा पारिजात है। उसका लाल रंग चित्ताकर्षक है। मंगलके लाल रंगकी होड़ करनेके कारण पारिजातका एक नाम मंगलारि है। वास्तवमे आर्द्राकी तरह वह एक अति विराट-तारा है। हमसे ५२० प्रकाशवर्ष दूर उस तारेका तेजांक ५००० है। यों वह एक महाप्रतापी तारा है; फिर भी उसका घनत्व बहुत ही कम है: वह पृथ्वीकी प्रयोगशालामें उत्पन्न किये जानेवाले शून्यावकाशके घनत्वके बराबर है।

आकाश दर्शन : २२१



सिद्धदेवा मयानाथ

पारिजात युग्म तारा है। उसका साथी ५ वें वर्गका हरे रंगका तारा है। वातावरण स्थिर और स्वच्छ हो तो १० से १२ से. मि. वाली दूरबीनसे उसे देखा जा सकता है। विशेष करके पारिजातके पिघानके समय उसे देखनेमें मजा आता है। चंद्र द्वारा ढक जानेके बाद जब पारिजात प्रकट होता है तब यह साथी तारा पारिजातसे ४ सेकंड पहले नजर आता है। इस बातके साथ एक दूसरी बातका भी पता चला है। पारिजात चंद्रविषकी वार पर एकदम स्पष्ट दिखाई नहीं देता है। वह अतिविराट तारा है इस कारण चंद्रकी धारसे अलग होकर पूर्ण तेजस्वी बन पानेमें उसे $\frac{1}{2}$ सेकंडका समय लगता है। देखनेमें यह बात छोटीसी मालूम होगी मगर उसके कारण पारिजातका व्यास मालूम हो सका है।

खगोलशास्त्री पारिजातको श्याम निहारिकामे जड़ा हुआ अंतरिक्षीय पुष्प मानते हैं।

वृश्चिकमें तारागुच्छ और वायुवादल बहुतसे हैं। मगर इन सबको छोड़कर उसके डककी बात करना ठीक होगा। डंकका योगतारा हमसे २१० प्रकाशवर्ष दूर बैठा है। वह एक बहुत ही गरम तारा है। उसकी सतहका तापमान तीस हजार अंश से. कूता गया है। इस गरम तारेका 'शाआला' (अर्थ डंक) नाम इस प्रकार चरितार्थ मालूम होता है।

थोड़ी मकरसे भी मुलाकात करे।

मसखरेकी आँवी टोपीके त्रिकोण आकारको चतुष्कोणमें पलटनेवाला मकर बिना आकारकी पानीकी नाव जैसा है। उसके दाहिने सिरे पर तीसरे वर्गके दो चमकीले युग्मतारे हैं। उनमेंसे ऊपरवाला तारा नग्न आँखसे भी द्वि-तारा मालूम होता है। आश्चर्यकी बात यह है कि ये दोनों तारे भी युग्म तारे हैं।

मकरकी बायीं ओरके सिरेका तारा भी तीसरे वर्गका तारा है। इस तारेके नजदीकके अवकाशमें ही नेपच्युन ग्रहका पता चला था।

अक्टूबरका आकाश

वृश्चिक इस वक्त पश्चिम आकाशमें क्षितिजके समांतर हो गया है। बगलमें ही ऊँची उठी हुई आकाशगंगा है। सारा दृश्य वाणगय्या पर सोये हुए भीष्म पितामहकी याद दिलाता है।

सर्पघर और सर्प क्षितिजकी ओर सरक रहे हैं। किरीटके नजदीक सर्पमुख कैसा फवता है? उसकी गरदनका तारा युग्म तारा है जिसके दोनों साथी सफेद रंगके हैं। सर्पमुखकी ग्रीवाके नजदीकका तारा भी युग्म तारा है। इस तारेका साथी ९ वें वर्गका निस्तेज तारा है।

सर्पघरशीर्ष दूसरे वर्गका तारा है जबकि सर्पघरके कंधे तीसरे वर्गके तारे हैं। सर्पघर-शीर्षके करीब ही शीरिशीर्ष है। क शीरि सूर्यसे ५१ करोड़ गुना परमविराट तारा है। सर्पघरके बायीं ओरके कंधेके नजदीक चार तारे हैं। इन तारोंसे उत्तरकी ओर बर्नार्डका भगोड़ा तारा हँडा गया था। यह भगोड़ा तारा ३ वर्गका वामन तारा है जो हमारी ओर हर सेकंड १२० किलोमीटरके वेगसे आ रहा है।

सर्पधरके अंतरालमें और नीचेके हिस्सेमें बहुतसे तारक गुच्छ हैं। सर्पधरकी श्याम निहारिका भी अति प्रसिद्ध है।

पूर्वाकाशमें मीन ऊँचा उठ रहा है। उसके ऊपर ही खगाश्व है। पूर्वा भाद्रपदाके दो तारोंमें से उत्तरकी ओरका गहरे पीले रंगका रूपविकारी तारा है और हमसे दूर अंतरिक्षमें गति कर रहा है। पूर्वा-भाद्रपदाका दाहिनी ओरका तारा रथ या वाहन या जीन नामसे प्रसिद्ध श्वेत रंगका तारा है। उत्तरा-भाद्रपदाका दायाँ ओरका तारा भी सफेद रंगका है। यह तारा उड़न-घोड़ेके पंख जैसा है। बायाँ ओरका तारा देवयानी मंडलका योगतारा है। पश्चिमके लोगोंके कथनानुसार जंजीर-कैदी राजकुमारी एन्ड्रोमिडाका वह सिर है। यह तारा भी युग्म तारा है मगर उसका साथी तारक तेजस्वी तारा नहीं है।

ग देवयानी पीला या नारंगी रंगका तारा है। हरे-नीले रंगके साथी तारेके साथ वह बहुत फवता है।

देवयानी-विस्तारकी विशिष्टताये में ३१ और में ३३ ताराविश्वोंकी है। ये दोनों विग्ग ख देवयानी के आमने-सामने हैं। में ३१ देवयानी ताराविश्व है और में ३३ त्रिकोण ताराविश्व है। में ३३ को दूरबीनसे ही देखा जा सकता है। में ३१ कोरी आँखसे सुवाई हुई खिरनीके आकारका दिखाई देता है। में ३१ और में ३३ हमसे २२ लाख प्रकाशवर्ष दूर हैं।

भाद्रपदाका चतुष्कोण विभाग नग्न आँखसे खाली दिखाई देता है मगर छोटी दूरबीनसे उसे देखने पर उसकी समृद्धि प्रत्यक्ष दिखाई देती है। तेज नजरवाले भी, प्रयत्न करके, भाद्र-पदाके चतुष्कोणमें ३० के करीब तारे देख सकते हैं।

मीन मंडलमें दो तारक धारा हैं। इन दोनोंके संगम पर मीन मंडलका योगतारा है। यह तारा युग्म तारा है और उसके साथी तारेको देखनेके लिये १० से. मी. वाली दूरबीनकी जरूरत रहती है। लंबी मछलीवाला मीनका सिरा गोलाई पर है। उसमें सात तारे हैं जिनमेंसे तीन चौथे वर्गके और चार पाँचवें वर्गके तारे हैं। मीन मंडलमें तीसरे वर्गका कोई तारा नहीं है। आज-कल वसंतसंपात मीन राशिमें होता है।

मीनके नजदीक छोटा लेकिन सुहावना अश्विनी मंडल है। उसका योगतारा हामल या च्यवन है। हमसे ७२ प्रकाशवर्ष दूर बैठा यह लाल तारा चंद्रके रास्तेमें ही पड़ता है। अश्विनीका दूसरा तेजस्वी तारा मंडलके बीचका तारा है। यह और अश्विनीका तीसरा तारा मिलकर अश्विनीकुमार बनते हैं।

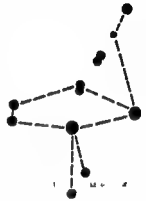
अश्विनी भारतीय नक्षत्रगणनाका प्रथम नक्षत्र है। साथमें राशिचक्रका भी वह प्रथम नक्षत्र है। भारतीय खगोलके अनुसार भ चक्रका आरंभस्थान किस जगह है उस बारेमें विद्वान लोग एक मत नहीं हैं। आरंभस्थान दिखानेवाला वसंतसंपात आजकल उत्तरा भाद्रपदामें होता है। वर्षोंके बाद वह पूर्वा-भाद्रपदामें सरक जायगा।

आकाश दर्शन : २२५

दक्षिण दिशामें चमकीले तारोकी मजलिस जमी है। वक्क महल्ले दो, मयूर और गृध्रका एक एक, नदीमुख और मीनास्पके कारण दक्षिणाकाश दमक रहा है। वक्का स्वल्प बगलमें दो गई आकृतिका समझें तो वक्को भारतीय घोरार (Bustard) कहनेमें कोई आपत्ति नहीं है। कई लोग वक्की अपेक्षा डमका सारस नाम पसंद करते हैं।

वक्के ऊपरकी ओर याममत्स्य है। उसका योगतारा मीनास्प एक युग्म तारा है। विद्वानों का कहना है कि आजसे पाँच हजार वर्ष पहले मीनास्पसे कुछ उत्तरकी ओर उत्तरायण होता था। आज वह वहाँसे हटकर धनु तक चला गया है।

कुमराशिवे कुम्बे ऊपरवाले चार तारोंमेंसे बीचका तारा युग्म तारा है। उसके दोनों तारोंका एवद्वारेके आमपास घूमनेका समय ७५० वर्षका है। कुम्बकी ऊपरवाली तारालडीमें दो चमकीले तारे हैं। इन तारोंमें छोड़ी दूरी पर गोलाकार तारक गुच्छ में २ हैं। ८ में भी की दूरबीनमें देखने पर वह रेतके ढेर जैसा मालूम होता है। उसका सौन्दर्य इस ढेरमें स्पष्ट करनेवाली तारालड्डिका है।



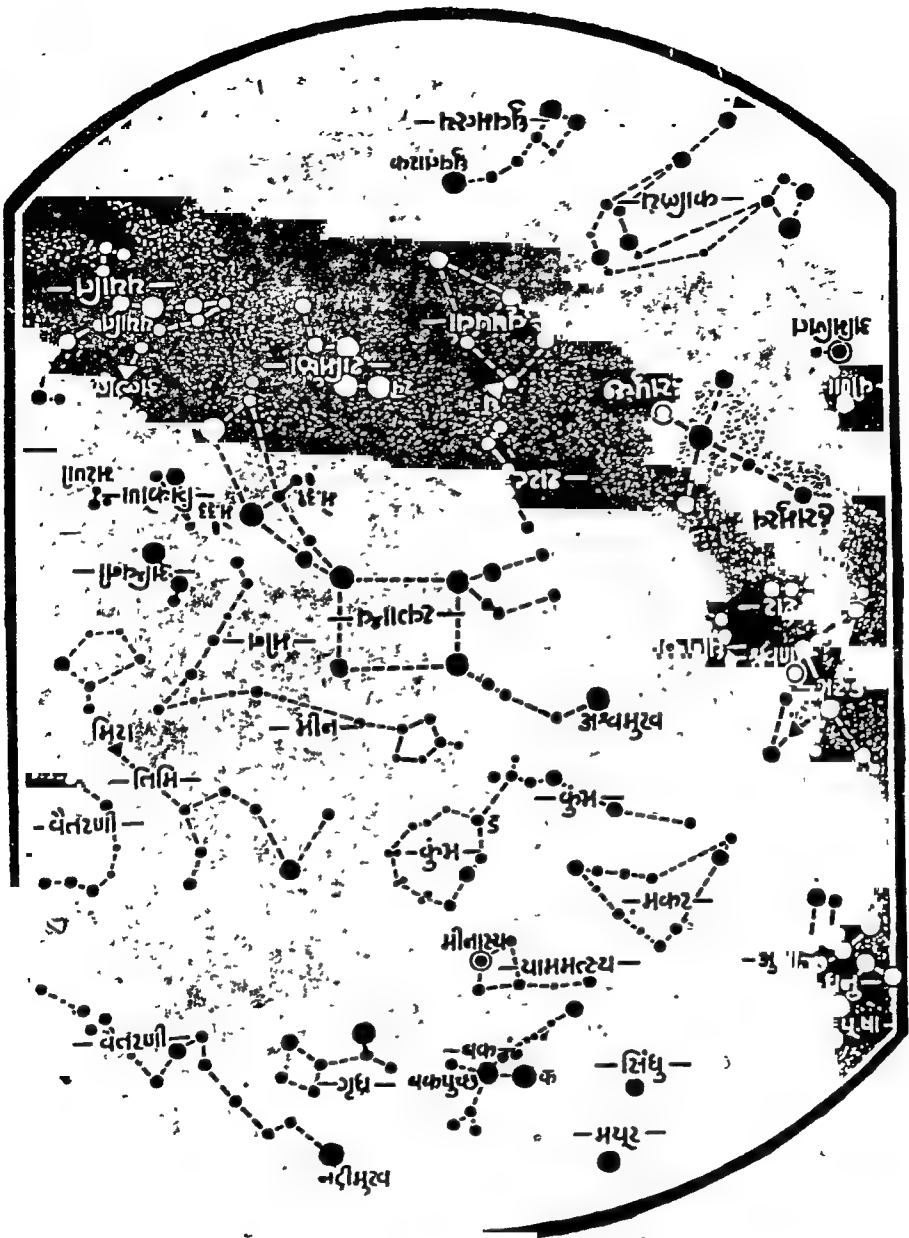
उत्तरकी ओर, अपना एक पैर आकाशगामों रखकर वृषपर्वा आगे सर लटक रहा है। उसका घ तारा अति प्रसिद्ध रूपविकारी तारा है। उसीके प्रकारके सारे रूपविकारी तारे वृषपर्वा रूपविकारी कहलाते हैं। ये तारे अनरिखीय अंतर नापनेके काम आते हैं। घ वृषपर्वाके नजदीक ही एक श्याम निहारिका है। सबसे पहला स्फोटक तारा भी इसी विस्तारमें देखा गया था।

वृषपर्वा चतुष्कोणमें घ वृषपर्वाके सामनेका तारा—घ वृषपर्वा—युग्मतारा है जिसके साथीदारोंका परिणामा-चक्र मिर्फ पांच घटोका है।

वृषपर्वाके निजट ही शमिष्ठा है। उसका वृषपर्वाकी ओरका चमकीला तारा—ल शमिष्ठा या काक^{११} ऊँटकी बूटके नामसे प्रसिद्ध है। उसे ध्रुवनारेके साथ जोड़नेवाली रेखा घड़ीकी सूईका काम करती है। यह तारा ० या २४ घंटेवाली साप्ताहिक काँठरेखा पर है। इस रेखाको बढ़ाने पर वह वमनसपानमें होकर गुजरती है। ध्रुव और मयानकी जोड़नेवाली यह रेखा श्रुक्कमत्स्यकूल कहलाती है। तारासमूह काट करकेके स्थिते उसका उपयोग दिया जाता है।

शमिष्ठाका बायी ओरमें दूसरा तारा उसका योगतारा है। उसके नजदीकका चमकीला तारा शमिष्ठाका तीमरा तेजस्वी तारा है। इन दो तारोंके बीचमें जो निम्तेज तारा दीवता है वह युग्म तारा है। क शमिष्ठा सुद युग्म तारा है जिसका साथी तारा नीचे वक्का घुंघला तारा है।

सन् १७५२ में शमिष्ठा महल्लमें एक स्फोटक तारा दिखाई दिया था। शमिष्ठाके तीनों चमकीले तारोंमें एक चतुष्कोण रचा जाय ता इनके चौथे कोण पर इस स्फोटकका स्थान है।



नर्वरका मध्याकाश

यह स्फोटक तारा टायको-तारा कहलाता है। टायको साहे नामके खगोलशास्त्रीने उसे पहचाना था और उसका व्योरेवार अन्वेषण किया था।

शमिष्ठाके तीसरे और चौथे (दायी ओरसे) तारोको जोड़नेवाली रेखा पर, मयातिक्की ओर मुग्नसिद्ध तारकमुच्छद्वय है। दूरबीनसे देखने पर उसके इर्दगिर्दका अतिरिक्तीय विस्तार बहुत रमणीय मालूम होता है। पड़ितोका कहना है कि इन मुच्छोके दमनके करीब तारे अति-विराट तारे हैं।

दिसम्बरका आकाश

आकाशगंगाका पूर्वसे पश्चिमका उत्तरी पुल बमानके आकारमें बमनीय मालूम होता है। उसमें आगे दूरे ब्रह्म मण्डलीका सात विशेषता ब्रह्महृदय और उसके नजदीकके तारात्रिकोणकी है। ब्रह्महृदय पीला या सुनहरी रंगका सूर्य-प्रकारका तारा है। सूर्यसे १३० गुना तेजस्वी यह तारा हमसे ४७ प्रकाशवर्षकी दूरी पर है और अपने इस दूरत्वमें वह हर सेकंड २९ किमी-मीटरकी वृद्धि करता है।

ब्रह्महृदय वर्षपटीय युग्म तारा है। इसके दोनों साथी तारे एक-से द्रव्यमानवाले हैं। ये दोनों एक-दूसरेके इतने समीप—सूर्य-मुखी अंतरमें भी कम अंतर पर—हैं कि इनको दूरबीनमें अलग रूपमें देख पाना सम्भव नहीं है। सामान्य गुरुत्वकेन्द्रके आसपासका उनका भ्रमणचक्र १०६ दिवसका है।

ब्रह्महृदयको अगेजीमें बेपेला कहते हैं। इस नामका अर्थ है बकरी। ब्रह्महृदयके पास-वाले तारात्रिकोणके तीनो तारे इस बकरीके बच्चे हैं। ब्रह्महृदयको बकरी इसलिए कहा जाता है कि ओरिगा नामके राजाने रक्का आविष्कार किया था और उस रक्का में बकरी जोते जाते थे। ओरिगाको आकाशीय स्थान मिलने पर उसका मटल रक्की नामने और ब्रह्महृदय बकरी नामने पहचाने जाने लगे।

बकरीके तीन बच्चोंमें से ऊपरकी ओरके दो तारे रूपविहारी हैं। इनके जलावा वे अति-विराट तारे भी हैं। इन दोनोंमें से ब्रह्महृदयके पास जो तारा है वह है च रक्की और दूरका है छ रक्की। छ रक्की दो तारोंसे बना युग्म तारा है। आयतन, तेज, द्रव्य सचय गैररह बातोंमें एक-दूसरे-से बिल्कुल भिन्न ये तारे अपने गुरुत्वकेन्द्रके इर्दगिर्दका एक भ्रमण ९७२ दिवसमें पूरा करते हैं। इन दो साथी तारोंमें जो छोटा है वह नीले रंगका गरम तारा है। उसका व्यास सूर्यव्याससे ३५ गुना और द्रव्यसंपत्ति ९ गुनी है। छ रक्कीका बड़ा तारा सूर्यसे २०० गुना व्यासवाला अतिविराट तारा है।

च रक्कीका बात अनोखी है। छ रक्कीकी तरह वह भी युग्म तारा है। च रक्कीका एक साथी छोटा है और दूसरा बड़ा। छोटा तारा सूर्यसे २०० गुना व्यासवाला अति विराट तारा है। उसका द्रव्यमान सूर्यके हिमावने ४० गुना है। यह तारा सूर्यसे ६०,००० गुना तेजस्वी है मतलब यह है कि तेजकी दृष्टिसे भी वह महाप्रतापी तारा है।

मगर यह हुई छोटे साथीकी बात। उसका बड़ा भाई इन्कारेड तारा है। उसकी सतहका उष्णमान केवल १२०० अंश सेन्टिग्रेड है। यो बह एक ठंडा तारा है। च रथीवे दोनो तार एकदूसरेके इर्दगिर्द २७ वर्षमें एक चक्कर लगाते हैं। २७ वर्षकी इस अवधिके २ वर्ष तक इन तारोका ग्रहण चलता है।

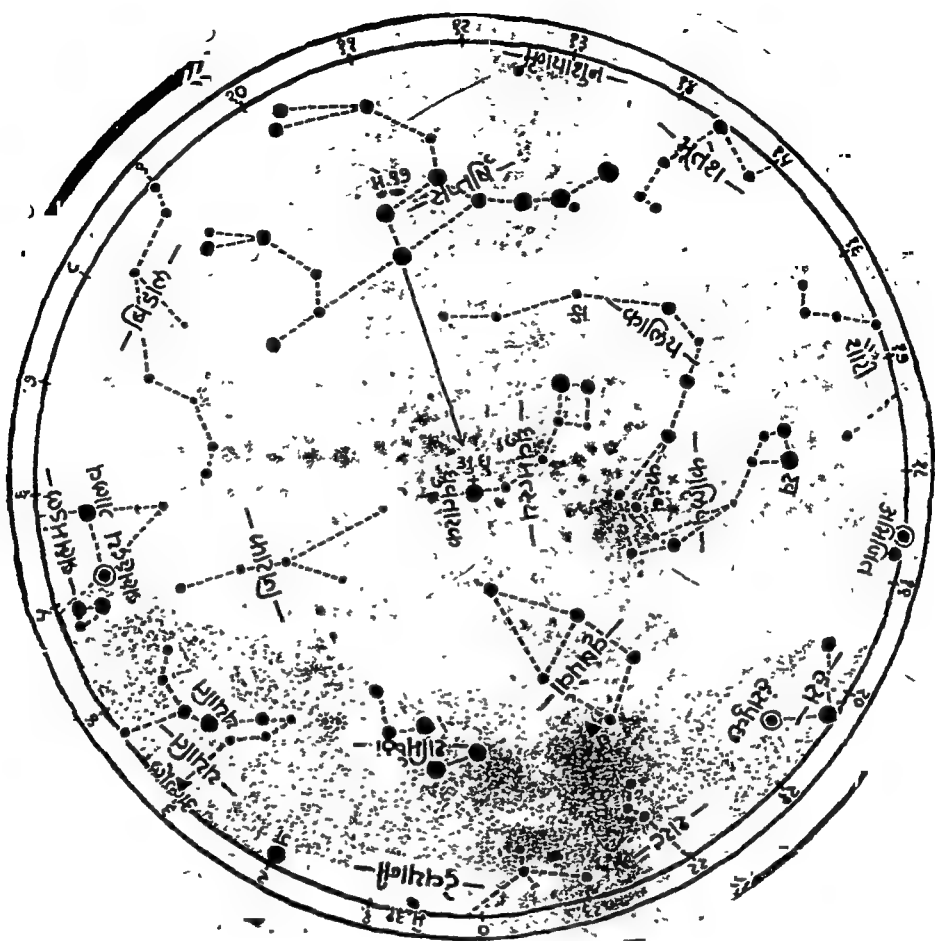
च रथीके बड़े तारेकी विभिन्नता उसका आयतन है। इस तारेका व्यास सूर्यव्यासमे २००० गुना बूना गया है। इसका एक अर्थ यह है कि यह तारा हमारे सूर्यसे ८ अरब गुना बड़ा है।।

उपर्युक्त बातमें कुछ बर्मी होनेकी संभावना है। फिर भी इस तारेको विराटोंमें अतिविराट या परमविराट कहना होगा। इस तारेमे टक्कर लेनेवाला परमविराट तारा क शौरि (शौरिर्मापे) है।

ब्रह्ममंडलका साग क्षेत्र वायनोक्षयुलरकी दृष्टिमे महत्वपूर्ण है। ब्रह्ममंडलका दूसरा तेजस्वी तारा गाल्व है। यह तारा एकसरीले दो तारामे बना युग्म तारा है और उसके साथी-तारे हरेक पन्निमामे एक दूसरेका ग्रहण करते हैं।

आविर्गमें वैतरणी और नक्षत्रको भी देख ले। नक्षत्र या योगनारा युग्म तारा है जिसका साथी तारा १२ वें बगना निस्नेज तारा है। वैतरणीका उद्भवस्थान वाणगजके नजदीक है। वैतरणी-मूल दूसरे बगवा चमकीला तारा है। नदीमुख (वैतरणी योगनारा) ८०० तेजाबवाला हममे ११८ प्रकाशवर्ष दूरका प्रतापी तारा है।

वैतरणीका बिनाग नौ तारामंडलामे सबधित है और इस प्रकार उसका वैतरणी नाम मिथ्या नहीं है इस बातकी गवाही आप देंगे न ?।

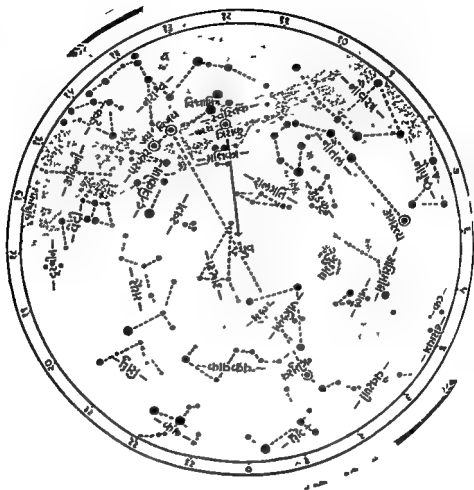


चतुर्भुजके आसपासके तारे

महीनेकी निर्दिष्ट तारीखों पर रातके नौ बजे नाक्षत्र होरारेखा कब याम्योत्तर होगी

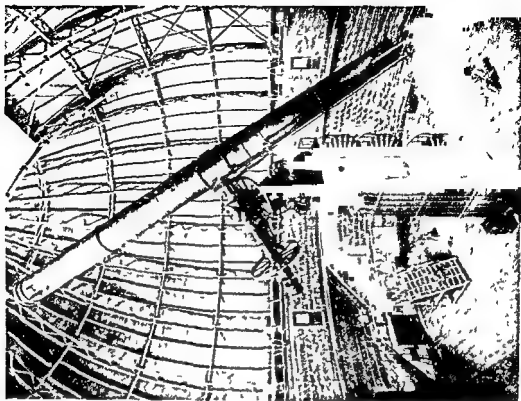
नाक्षत्र होरारेखा	१	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	११	१२	१३	१४	१५	१६	१७	१८	१९	२०	२१	२२	२३
महीनेकी ता.-१		ज		फ		मा		अ		म		जू		जु		अ		सि		अ			
महीनेकी ता. १६		दि		ज		फ		मा		अ		म		जू		जु		अ		सि		अ	

आकाश दर्शन :

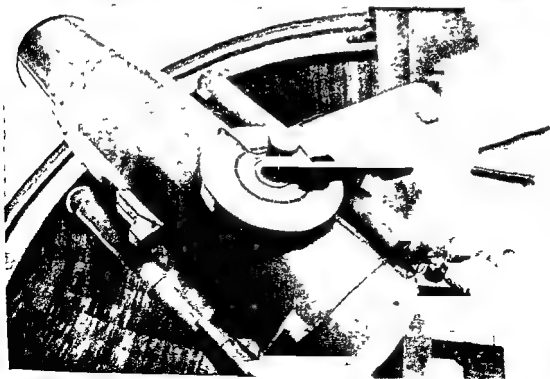


दक्षिण के आकाश के तारे





सर्वोच्च दूरबीन



द्वितीय दूरबीन

२४. वेधशाला और यंत्र - १

ईसाकी बीसवीं शताब्दी तक खगोलशास्त्र अधिकांशतः आकाशीय पदार्थोंकी गतिविधि समझाने-वाला अवलोकन-शास्त्र था। वेधशाला शब्द भी वेध या आकाशीय पदार्थकी गतिविधिको सूचित करता है। यह होते हुए भी आजका खगोलशास्त्र, शास्त्रीय गतिविज्ञानके द्वारा समझाये जानेवाला पुरातन खगोलशास्त्र नहीं रहा है। उसका भारी कायापलट हो रहा है। गणितीय और नाविकीय खगोलशास्त्रके अलावा उसकी अनेक शाखायें विकसित हो रही हैं। इनमें भौतिक खगोलशास्त्र और रेडियो खगोलशास्त्र मुख्य हैं। आकाशमें घटनेवाली भौतिक घटनाओंका अभ्यास करनेके लिये निरीक्षण-साधनोंका और भौतिकशास्त्रके नियमोंका सहारा लिया जाता है। खगोलशास्त्री, आजकल, ब्रह्मांडके घटकोंके (तारा, ताराविश्व, निहारिकायें, वायुकण व. के) स्वरूपोंका अध्ययन करके उनकी उत्क्रान्तिकी थाह लेनेका प्रयत्न कर रहा है। साथ-साथ ब्रह्मांडके घटकोंके उपादानोंकी खोज और उत्क्रान्तिकी प्रक्रियाके बीचका सादृश्य स्थापित करना वह चाहता है। इस कारण वह ब्रह्मांड व्याप्त ऊर्जाके उद्गमोंकी खोज करता है और उनके विविध स्वरूपोंका अध्ययन करता है। ब्रह्मांड अनंत है कि सान्त उसका और उसके स्वरूपका सच्चा खयाल पानेका वह प्रयत्न कर रहा है। इस सिलसिलेमें गुरुत्वाकर्षण और उसकी क्षेत्रमर्यादाका अभ्यास भी आवश्यक हो गया है।

उपर्युक्त सारी बातोंके व्योरेवार अध्ययनके लिये अनेक प्रकारकी जानकारीयों की जरूरत पड़ती है। इनमें मुख्य आकाशीय ज्योतिषोंके दूरत्व, द्रव्यमान, त्रिज्या, तापमान, तैजांक और विविध गतियाँ हैं। इन जानकारीयोंको प्राप्त करनेके लिये अनेक प्रकारकी दूरवीनोंके अलावा दूसरे अनेक उपकरणोंकी सहायता ली जाती है। स्पेक्ट्रोग्राम, मेग्नेटोग्राम, ट्रान्झिट सर्कल, कोरोनोग्राफ, सिलोस्टेट, फोटोमीटर, फोटोइलेक्ट्रिक सेल, फोटोइलेक्ट्रिक मल्टिप्लायर, विलन्क मायक्रो-स्कोप, इन्टरफेरोमीटर, थर्मोकपल, राडार, कृत्रिम चंद्र, रोकेट आदि बहुत ही महत्त्वके साधन हैं।

ऊपरकी बातोंसे मालूम होगा कि आधुनिक खगोलशास्त्र केवल आकाशीय वेधों तक अब मर्यादित नहीं रहा है। और इस कारण दिल्ली, जयपुर, वगैरह स्थलोंमें आयी हुई हमारी पुरातन वेधशालाओंकी सही अर्थमें वेधशालाये करार देनेको अनेक ढंगसे उनको व्यवस्थित करनेकी आवश्यकता है। यहाँ एक और स्पष्टता कर लें। हवामान के अध्ययनके लिये जो वेधशालायें काम करती हैं वे खगोलीय वेधशालाये नहीं हैं। इस कारण यहाँ, वेधशाला शब्दसे केवल खगोलीय वेधशाला अभिप्रेत है ऐसा समझना होगा।

आकाश दर्शन : २३३

आधुनिक वेधशालाका प्रमुख साधन दूरबीन है। दूरबीनमें आकाशका प्रत्यक्ष और फोटो-ग्राफिक निरीक्षण किया जाता है। दूरबीनका मास कार्य ज्यादा प्रकाश प्राप्त करना और यो नग्न आँखोंमें न दिखाई देनेवाले पदार्थको हमारी दृष्टिके समक्ष लाना है। एक और काम भी—दिशाई देनेवाले प्रतिबिम्बोंको बड़े करके दिखानेका—उसमें लिया जाना है। इसके अलावा दिशाएँ निर्दिष्ट करनेका एक और बड़े महत्त्वका काम भी दूरबीन करती है। किमी एक आकाशीय ज्योतिकी अमुक समयकी आकाशीय अवस्थिति क्या होगी यह जाननेमें दूरबीन बहुत ही उपयोगी सिद्ध हुई है।

दूरबीनमें हम परिचित हैं। उसका बन्धुनाल प्रकाशकी किरणोंको ग्रहण कर उनका प्रतिबिम्ब रचना है। यह प्रतिबिम्ब उसके नाभिनलमें लगता है। यहाँ उसे फोटोग्राफिक प्लेट पर ग्रहण किया जा सकता है। अवकाशीय ज्योतियोंके तेजाव नापनेके समय फोटोग्राफिक प्लेटके स्थान पर फोटोटर्गेटिकल सेल रखा जाता है। और उसी प्रकार तापमानके लिये थर्मोपलको और प्रकाशके पृथक्करणके लिये स्पेक्ट्रोग्राफका बड़ा रखा जा सकता है। हाँ, जहाँमें निरीक्षण करना हो ता चन्द्रालका उपयोग किया जाता है।

दूरबीनका काम ज्यादा प्रकाश प्राप्त करनेका है। मतलब यह कि दूरबीनका बन्धुनाल अगर बड़ा है तो वह ज्यादा प्रकाश पायेगा। इसका एक अर्थ यह भी हुआ कि निरीक्षित पदार्थ परसे जितना ज्यादा प्रकाश पाया जायगा उतनी ही उसकी छोटी-छोटी तपसीलें हमारे सामने प्रकट होंगी। मतलब कि बड़े बन्धुनालवाले दूरबीनकी पृथग्दर्शिता या विभेदन-क्षमता ज्यादा होगी। आकाशमें अनेक युग्म तारे हैं। इनमेंसे बहुत कमको नग्न आँखोंमें युग्म रूपमें देखा जाता है। एकदूम्मेरे निकट आये हुए तारोंको अलग-अलग देखनेके लिए दूरबीनकी जरूरत पड़ती है। एकदूम्मेरे गटे हुए और हमने बहुत ज्यादा दूर आये हुए युग्म तारोंको अलग साथी तारोंके रूपमें देखनेके लिये गणितात्मी दूरबीनकी जरूरत पड़ती है।

या दूरबीनके ग्याम गुणधर्म तीन हैं (१) विवर्णन सघाटवना (२) पृथग्दर्शिता और (३) आवयनशक्ति। इन मन्त्रों वारेमें संक्षेपमें कुछ कहेंगे।

मनुष्यकी आँख उसकी पुतली पर पड़नेवाले प्रकाशको झेलती है। हमारी आँखकी पुतलीका व्यास आधे सेन्टीमीटरका है। दूरबीनका बन्धुनाल समग्र सतह पर पड़नेवाले प्रकाशको ग्रहण करता है। इस कारण उसका विवर्णन-सघाटव—क्षेत्रफल बहुत बड़ जाना है। २ से मी व्यासवाली दूरबीनके बन्धुनालकी सतहका क्षेत्रफल मनुष्य-आँखकी पुतलीकी सतहके क्षेत्रफल से $(2)^2 - (\frac{1}{2})^2 = 16$ गुना है। मतलब कि इतनी छोटी दूरबीनसे भी हम १६ वें बगैरे तारोंको प्रत्यक्ष कर सकेंगे। १० से मी व्यासवाली दूरबीनमें ४०० गुना प्रकाश पाया जायगा और उसकी महामात्रा १२ वें बगैरे तारोंको हम देख पायेंगे।

उपर्युक्त बातें पढ़कर यह साधना स्वाभाविक होगी कि बहुत बड़ी दूरबीनोंमें बहुत ही निम्नतम तारोंको देखना सम्भव होगा। मगर वास्तवमें ऐसा नहीं है। लिव वेधशालाकी ९० से मी की दूरबीन १७ वें बगैरे तारोंको प्रत्यक्ष करती है अब कि माउंट विल्सन वेधशालाकी २३४ इन्च दूरबीन

२५० से. मी. वाली दूरबीन १९ वे वर्गके तारोंको ! दुनियाकी सबसे बड़ी ५०० से. मी. वाली माउन्ट पालोमर वेधशालाकी दूरबीन २१ वे वर्गके तारोंको प्रत्यक्ष करती है!!

युग्म या त्रितारेके साथी तारोंको एकदूसरेसे अलग दिखानेवाली दूरबीनकी पृथग्दर्शिता भी दूरबीनके वस्तुतालके व्यास पर आवार रखती है। छोटी दूरबीनसे एक ही तारेके रूपमें दिखाई पड़नेवाला युग्म तारा बड़ी दूरबीनसे एकदूसरेमें दूर बैठे हुए दो तारोंके रूपमें दिखाई देता है। वास्तवमें दूरबीन बड़ी होनेके कारण तारोंके प्रतिविव छोटे दिखाई देते हैं और यों उनके बीच अंतर पड़नेके कारण तारे स्पष्ट रूपसे अलग दिखाई देते हैं। साथमें इसी बातको पुष्ट करनेवाला एक चित्र दिया गया है जिसमें एक युग्म तारा बड़ी दूरबीनसे त्रितारा के रूपमें दिखाई देता है।



रेडियो-दूरबीन आवाजको पकड़ती है। २० से. मी. लम्बाईकी तरंगोंको पकड़नेवाली ७५ मीटर व्यासवाली रेडियो-दूरबीनकी पृथग्दर्शिता ६६० विकला है। मतलब यह है कि चाक्षुष दूरबीनोंकी पृथग्दर्शिता-शक्ति रेडियो-दूरबीनोंकी अपेक्षा बहुत अच्छी है।

अब आवर्धनशक्तिकी बात सोचे। आवर्धनशक्ति = वस्तुतालकी नाभीय लम्बाई ÷ अक्षितालकी नाभीय लम्बाई।

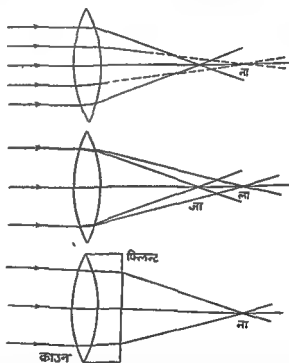
आम तौर पर ०.६ से. मी. नाभीय लम्बाईवाले अक्षिताल इस्तेमाल किये जाते हैं ऐसा माने तो २४ से. मी. नाभीय लम्बाईवाली दूरबीनकी आवर्धनशक्ति ४० होगी। लिंक वेधशालाकी ९० से. मी. व्यासवाली दूरबीनके वस्तुताल (दर्पण) की नाभीय लम्बाई १८ मीटर है और यों उसकी आवर्धनशक्ति $18 \times 100 \div 0.6 = 3000$ होगी। कम नाभीय लम्बाईवाले अक्षितालका उपयोग करके दूरबीनकी आवर्धनशक्तिको और भी बढ़ाया जा सकता है। फिर भी इस वृद्धिकी भी हद होती है। आवर्धन बढ़ने पर तारेके प्रतिविवका विवर्तन भी बढ़ जाता है। हृदसे ज्यादा विवर्तन तारेकी आकृतिको अस्पष्ट बनाता है। इसी कारण और पृथ्वीके वायुमंडलमें उत्पन्न होनेवाले विक्षोभोंके कारण, १००० से ज्यादा मात्रावाला आवर्धन निकम्मा साबित होता है।

दूरबीनके गुणवर्षोंकी बात छोड़कर दूरबीनकी थोड़ी बात करना ठीक रहेगा।

दूरबीनोंके मुख्य प्रकार दो हैं वक्र और परावर्तक। वक्र दूरबीनका वस्तुकांच ताल या लेंस होता है जबकि परावर्तक दूरबीनका दर्पण। वक्र दूरबीन १०० से भी व्यासमें बड़े व्यासवाले वस्तुतालकी नहीं बनाई जाती है। परावर्तकमें ऐसी रोक नहीं है। सबसे बड़ी परावर्तक दूरबीन ५०० से भी व्यासवाली माउन्ट पालोमर वेधशालावाली दर्पण-दूरबीन है।

दूरबीनका वस्तुकांच ताल हो या दर्पण वह हरेक श्रुटिमें मुक्त नहीं है। तालके सिरोमें होकर गुजरनेवाली किरणोंकी अपेक्षा तालके मध्यभागमें होकर गुजरनेवाली किरणें तालसे कुछ दूर केन्द्रित होती हैं। इस कारण यहाँ दी गयी पहली आकृतिके अनुसार ना समक्ष अगर फोटोग्राफिक प्लेट रख दी जाय तो उसके द्वारा ग्रहण किया गया प्रतिबिम्ब तीक्ष्ण होने पर भी उसके चारों ओरके धुंधले आउट ओफ फोकस प्रतिबिम्बवाला होमा। इस श्रुटिको गोलीय अपेरेण कहते हैं। यह क्षति तालकी गोलाईके कारण उत्पन्न होती है। उसे हटानेके लिये तालकी गोलाईको कम करना चाहिये।

तालकी दूसरी बड़ी रगा-पेरेणकी है। हम जानते हैं कि द्रव्य प्रकाश सात रंगोंमें बना है। इन सातोंमें से जामुनी या नीले रंगकी किरणें तालसे गुजरते समय लाल रंगकी किरणोंकी बनिस्वत ज्यादा झुक जाती हैं। फल यह होता है कि जामुनी रंगकी किरणें जिवर केन्द्रित होती हैं वह नामि लाल रंगके किरणोंकी नामिकी अपेक्षा तालमें ज्यादा निकट होती है। इस कारण फोटोप्लेटको जामुनी नामिसे आगे रख दी जाय तो उस परका जामुनी प्रतिबिम्ब तीक्ष्ण उनरेगा मगर उसके चारों ओर धुंधला आउट ओफ फोकस लाल प्रतिबिम्ब रहेगा।



उपर्युक्त रगापेरेणको दूर करनेके लिये विभिन्न परावर्तनाकवाले दो अलग-अलग तालोंको एकसाथ इस्तेमाल करना चाहिये। फिल्ड और आउट तालोंकी एक ऐसी रचना ऊपरकी आकृतिमें दिखाई गई है। भिन्न प्रकारके कांचके दो लेंसोंको जोड़ कर जामुनी और लाल रंगोंको एक ही नामिमें एकत्र किया जा सकेगा मगर अल्ट्रावायोलेट और इन्फ्रारेड किरणें बँसे एकत्रित न होंगी। इतना ही नहीं जामुनी और लाल रंगकी बीचकी किरणें भी केन्द्रित न हो सकेगी।

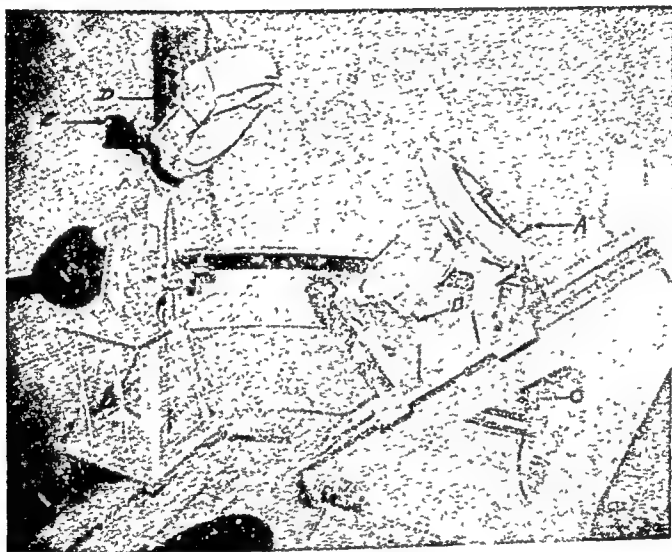
यों रंगापेरणकी थोड़ी त्रुटि रह जायगी मगर वह नगण्य-सी है। वर्तक-दूरवीने आम तौर पर अवर्णक लेन्सवाली होती हैं।

दर्पण-दूरवीनमे प्रकाशका वेग नहीं बदलता है। इस कारण वहाँ गोलीय अपेरण नहीं होता है। इसके अलावा प्रकाशका विवर्तन न होनेके कारण रंगापेरण भी नहीं होता है। इन दो बातोंके सिवाय दूसरे कुछ लाभ भी दर्पण-दूरवीनसे होते हैं। वे निम्न हैं :—

(१) दर्पण-दूरवीनकी सतहको आसानीसे धिसी जाती है और पॉलिश की जाती है।

(२) प्रकाशीय गुणधर्मोंके हिसाबसे एक-सा न हो ऐसे काँचका भी उपयोग किया जा सकता है।

(३) दर्पणको टिकाना सरल है। दर्पण बड़ा हो तो उसकी सारी पीठको टिकाया जा सकता है। इस प्रकार वजनके कारण उसमें कोई विकृति पैदा नहीं होती है।



सिलोस्टेट (स्थिराकाश)

मगर इसका अर्थ यह कतई नहीं है कि दर्पण-दूरवीन त्रुटि-मुक्त है। अगर ऐसा होता तो ताल-दूरवीनकी आवश्यकता मिट जाती। दर्पण-दूरवीनकी मर्यादायें निम्नानुसार हैं :—

दर्पण-दूरवीनका आकार हमेशा एक-सा नहीं रहता है। दबाव और तापके कारण उत्पन्न होनेवाला फर्क दर्पणके वजनकी विकृतिके कारण उत्पन्न होनेवाले फर्कसे ज्यादा गंभीर होता है। दर्पण पर चढ़ाया जानेवाला चाँदी या एल्युमिनियमका मुलम्मा पाँच वर्षके बाद निकम्मा हो जाता है। तब दर्पण पर फिरसे मुलम्मा चढ़ाया जाता है। मुलम्मा चढ़ानेके लिए दर्पणको दूरवीनसे बाहर निकालना पड़ता है और बादमें उसे असली जगह वाँटना पड़ता है। ऐसा करते समय दर्पण अपने पूर्वस्थानमें ठीक पहलेकी तरह जमता नहीं है। उसमें सूक्ष्म फर्क पड़ जाता

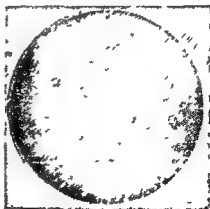
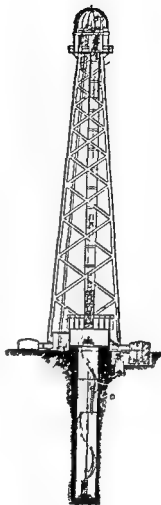
वेधशाला और यंत्र-१ : २३७

है। इस फक्के कारण दूरबीन द्वारा लिये गये पुराने और नये चित्रोंमें फक पड जाता है। मतलब कि दो अपरणाकी तकलीफ दूर होती है बहा तीमरे प्रकारके अपरणाकी मुश्किल खडी होती है। एक और तकलीफ भी है। दृषण पर गिरनेवाली समांतर किरणें परा-बन्तनके बाद किसी एक जगह केन्द्रित होनेके बजाय घमकेतुके जैसी पुच्छ बनाती है। इस चूटिके कारण दृषण-दूरबीनका उपयोग अमुक सीमा तक की मर्यादावाला हो जाता है।

दृषण-दूरबीने बडे आकारकी बनाई जा सकती हैं। ताल-दूरबीनोका बंसा नही है। ताल दूरबीनमें लेन्सका उमकी घार पर ही टिकाना होता है। किन्तु अगर बडा है तो उमका वजन भी बडा हुआ रहेगा और तब इसी वजनके कारण लमका टिकानेमें और अपने ही वजन के कारण बिहून होता बचानेमें तकलीफें उत्पन्न होनेकी। सबसे बडी मुसीबत लेन्सका काच पूरा गुणवाला (जदर और बाहर एक-सा) न होनेकी है। बडे लेन्समें यह तकलीफ (फिर वह घनता की हो या हवाके बुदबुदे काचमें रह जानेकी हा) और भी बडी होनेकी।

प्रश्न होगा कि इन दोनो प्रकारकी दूरबीनोकी अपनी विशिष्ट रचनाके कारण कोई काम अलग कामगिरी होगी क्या? हा, ऐसा कुछ है सही। ताल दूरबीने आकाशीय ज्यामि-योंके स्थान और उनका गतिवेगके पक्के नाप देती है। जबकि दृषण-दूरबीने उन ज्यामितियोंके प्रकाश, रंग वगैरहकी जानकारी देती है। आधुनिक खगोलशास्त्रका एक विशिष्ट काम आकाशीय ज्योतिषोंके रंग और उनके तेजत्वके द्वारा उनके उद्भव और उत्क्रान्तिका अध्ययन कर-

जाली



नेका है। इस कामके लिये फोटोप्लेटके अतिरिक्त फोटोइलेक्ट्रिकसेलका प्रचुरमात्रामे उपयोग किया जाता है। फोटोइलेक्ट्रिकसेल १६०० किलोमीटरकी दूरी पर जलनेवाली मोमवत्तीको ताड़नेकी संवेदनक्षमता रखती है।

सभी दूरबीने एक-सी नहीं हैं। अलग-अलग कामोंके लिये उनको अलग-अलग ढंगसे बनाया और इस्तेमाल किया जाता है। चंद्रके लिये, ग्रहोंके लिये, सूर्यके लिये, तारों और ताराविश्वोंके लिये, यों अलग-अलग प्रकारकी दूरबीने बनाई जाती हैं। कई एक दूरबीने ऐसी हैं कि वे निश्चित दिशामें ही घूम सकती हैं। कई एक ऐसी हैं जो बिल्कुल घूमती नहीं हैं। न घूमनेवाली स्थिर दूरबीनोंको प्रकाश पहुँचानेके लिये अन्य तरकीबें काममें लायी गयी हैं। सूर्यके गहरे अध्ययनके वास्ते टावर-दूरबीने बनाई गई हैं। ये दूरबीने स्थिर रहती हैं और सिलोस्टेट द्वारा उनको प्रकाश पहुँचाया जाता है।

आकाशीय ज्योतिषोंके स्थाननिर्णयके लिये ट्रान्झिट-इन्स्ट्रुमेन्ट, मेरिडियन-सर्कल, ओल्ट-एज़िमथ-सर्कल, प्राइम-वर्टिकल-ट्रान्झिट्स, झेनिय-टेलिस्कोप वगैरहका उपयोग किया जाता है। इन सभीमें मेरिडियन-सर्कल अति महत्त्वका साधन है।

मेरिडियन सर्कलको ट्रान्झिट सर्कल भी कहते हैं। वह ट्रान्झिट इन्स्ट्रुमेन्टकी बड़ी और अत्यन्त चौकस आवृत्ति है। ट्रान्झिट सर्कलमें सूक्ष्म ढंगसे अंकित किये गये वृत्त होते हैं, दूरबीनके साथ लगे हुए ये वृत्त दूरबीन जिस अक्षके चारों ओर घूमती है उसके समकेन्द्र होते हैं। वृत्तोंके अंक या नापोंको पढ़नेकी व्यवस्था ४ से ६ माइक्रोस्कोप द्वारा की जाती है।

वास्तवमें ट्रान्झिट-सर्कल वर्तक-दूरबीन ही है। यह दूरबीन ठीक उत्तर-दक्षिण दिशामें घूम सके इस प्रकार उसे दो खंभों पर टिकाई जाती है। ये खंभे और उन पर बिठायी गई ट्रान्झिट-सर्कलकी घुरी ठीक पूर्व-पश्चिम दिशामें होती है। यंत्रकी यह घुरी क्षितिजके भी समसूत्र होती है। इस घुरी पर घूमनेवाली दूरबीन हमेशा याम्योत्तरवृत्तको ही ताकती रहती है।

ट्रान्झिट-दूरबीनका वस्तुताल अवर्णी लेन्स होता है। उसके नाभितलमें पृ. २३८ पर दिखाये गये चित्रानुसारकी जाली रखी जाती है। इस जालीके सभी लंब-तार एकदूसरेसे एक-से अंतर पर हैं। इन तारोंकी संख्या ५ या ७ की एकांतर रहती है। आकाशीय पदार्थको जालीकी क्षैतिज दो रेखाओंके बीचसे देखा जाता है। आकाशीय ज्योति लंब-तारोंमेंसे पहले तारको स्पर्श करे उस वक्तका और आखिरके तारको स्पर्श करे उस वक्तका यों दो समय अत्यंत सावधानीसे नोट कर लिया जाता है। इनके अलावा हरेक तार तक पहुँचनेका समय भी नोट किया जाता है। इन सभीके आधार पर आकाशीय ज्योति सचमुच कब याम्योत्तर होती है वह समय अत्यंत चौकसीसे मालूम किया जाता है। यह काम आजकल स्वयंसेवक माइक्रोमीटर या फोटोकोरोनोग्राफकी सहायतासे किया जाता है। और यो मनुष्यकी आँख द्वारा उत्पन्न होनेवाली दर्शन-क्षतिको दूर कर दिया गया है।

आकाशीय ज्योतिषोंके याम्योत्तरके समय नापनेके सिवा उनकी कान्ति (Declination) नापनेका काम भी ट्रान्झिट-सर्कल करता है। इस कारण हरेक वेधशालामें ट्रान्झिट-सर्कल रखा जाता है।

वर्तन और परावर्तक दूरबीनोके सिवाय दूरबीनका एक तीमरा प्रकार भी है जिसके द्वारा इन दोनों दूरबीनोके फायदे उठाये जा सकते हैं। वह है स्मिट-दूरबीन। वेधशालाओंके वास्ते यह अति महत्त्वका साधन है। स्मिट-दूरबीनका दमनक्षेत्र विशाल है। इतना ही नहीं उसके द्वारा तैयार की जानी आकाशीय तस्वीरें विलकुल स्पष्ट होती हैं। वास्तवमें स्मिट-दूरबीन आकाशीय ज्योतिषोंकी तेजीसे तस्वीरें लेनेवाला एक विराट आकाशीय केमरा है। इस कारण स्मिट-दूरबीनको स्मिट-केमरा भी कहा जाता है।

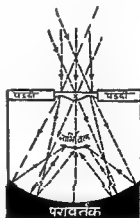
स्मिट-दूरबीनका आविष्कर्ता बर्नहार्ड स्मिट है। परावर्तक-दूरबीनामें उत्पन्न होनेवाली प्रकाशपुच्छके प्रभावको निर्मूल करनेका प्रयत्न स्मिट-दूरबीन है। परावर्तक-दूरबीनका वस्तुकाच दर्पण होता है और वह परबलयाकार होता है। स्मिट-दूरबीनके दर्पणकी सतह गोलाकार होगी है इस कारण उसमें गोलीय अपेरेणकी क्षति पैदा होगी है। यह क्षति परबलयाकारमें नहीं रहती है। परबलयाकारके भारी पक्षमें न पड़कर स्मिटने यह काम शोधनपट्टे लिया। शोधनपट्ट काँचकी पतली प्लेटकी एक खास रचना है जिसके कारण रंगापेरेण उत्पन्न नहीं होता है। इतना ही नहीं शोधनपट्टको पार करके दर्पण पर पड़नेवाली किरणें परावर्तनके बाद प्रकाशपुच्छका उत्पन्न नहीं होने देती हैं। नीचे चित्रमें यह बात दिखाई गई है।



स्मिट

सामान्य परावर्तन दूरबीनमें दिखाई देता या प्रतिबिम्बित होनेवाला आकाशीय क्षेत्र सीमित होता है। इतना ही नहीं वह अमुक हद तक की प्रतिबिम्बित-क्षमता दिखलाता है। स्मिट-दूरबीनमें प्रतिबिम्बित होता आकाशीय क्षेत्र बहुत बड़ा होता है। इतना ही नहीं उसमें प्रकाश-पुच्छका असर उत्पन्न न होनेके कारण स्मिट-दूरबीनसे ली गयी तस्वीरें उनके आखरी छोरों तक सीधे प्रतिबिम्बित होती हैं। (इतना ही नहीं ये तस्वीरें उतारी जाती हैं भी बेगमें।)

स्मिट-दूरबीनकी शोधनपट्टी दर्पणकी गोलाईके केन्द्र-भागमें रखी जाती है। शोधनपट्टी और दर्पणके ठीक बीच दर्पणके नाभिसंयानमें नाभिप्लेट रखनेमें आती है। इस प्लेटका दर्पण की ओरका भाग बहिर्वर्त होता है। शोधन-पट्टीका व्यास सामान्यतया दर्पणके व्याससे कम होता है। माउण्ट पालोमर वेधशालावागि स्मिट-दूरबीन १२० से मी व्यासवाली दूरबीन है। इस दूरबीनकी शोधनपट्टीका व्यास १२० से मी है इस कारण उसे १२० से मी की दूरबीन



स्मिट दूरबीन

कही जाती है। इस दूरबीनके दर्पणका व्यास १८० से. मी. है और उसके द्वारा $५^{\circ} \times ५^{\circ}$ के आकाशीय विभागकी तसवीरें प्राप्त की जाती हैं।

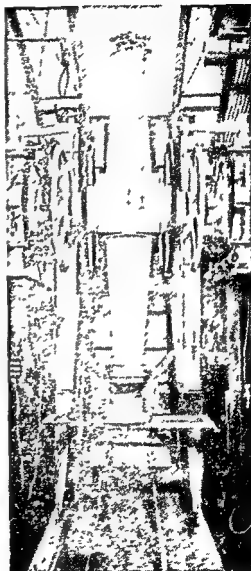
उपर्युक्त माउन्ट पालोमरकी डिमट-दूरबीन द्वारा पूर्ण किया गया सबसे बड़ा काम आकाशीय नक्षत्रोंका है। माउन्ट पालोमरसे आकाशकी अनेक तसवीरें ली गयी हैं। ये सारी तसवीरें आकाशके एटलसके रूपमें प्रकट की गई हैं। आकाशके विभिन्न विभागोंके फोटोग्राफ लेकर एटलस बनानेका काम लगातार सात वर्ष तक चलता रहा था। खगोलशास्त्रियोंका कहना है कि इस कामके कारण बड़ी दूरबीनोंकी अवकाशीय संगोवनका पचास साल तकका मसाला मिल गया है।

गणितकी परिभाषाके अनुसार डिमट-दूरबीनके कम नाभीय अनुपात (Ratio)-वाली होती है। माउन्ट लिंक वेवशालाकी ९० से. मी. व्यासवाली दूरबीनका नाभिअंतर १८ मीटर है। यों उसका नाभीय अनुपात $(१८ \times १००) \div ९० = २०$ है। माउन्ट पालोमरकी १२० से. मी. की डिमट-दूरबीनका नाभीय अनुपात २.५ है। उल्काओंके अध्ययनके वास्ते बनाई जाती विशिष्ट या अविशिष्ट-दूरबीनोंका नाभीय अनुपात ०.८५ के करीब होता है। इन दूरबीनोंकी अवकाशीय क्षेत्र-मर्यादा ५२ वर्ग अंशकी होती है।

डिमट-दूरबीनसे निरीक्षणका कोई काम नहीं होता है। वह केवल फोटोग्राफ्स लेनेका ही काम करती है। प्लेट १० पर दिये गये डिमट-दूरबीनके चित्रमें निरीक्षक कुछ देख रहा हो ऐसा मालूम होता है। दर असल वह डिमट-दूरबीनके भीतर नहीं देखता है मगर उससे लगी हुई निर्देशक-दूरबीन द्वारा अवकाशीय क्षेत्र देखता है। डिमट-दूरबीन उस आकाशीय विभागकी तसवीर उतार रही है।



प्राचीन जापानिनी वषराळा



राष्ट्रिय सौल

२५. वेधशाला और यंत्र - २

दूरबीन द्वारा आकाशीय ज्योतियोंको प्रत्यक्ष किया जाता है। और उनकी तसवीरें भी उतारी जाती हैं। आकाशीय ज्योतियोंका अध्ययन इन दोनों पद्धतियोंसे किया जाता है। खगोलविज्ञानमें आकाशीय ज्योतियोंके फोटोग्राफोंका जितना महत्त्व है उतना ही उनके वर्णपटके फोटोग्राफोंका भी है। वर्णपटका अभ्यास वर्णपृथक्करण-यंत्र द्वारा किया जाता है। फोटो उतारनेकी अनुकूलतावाले वर्णपृथक्करण-यंत्रको स्पेक्ट्रोग्राफ कहते हैं। स्पेक्ट्रोग्राफ द्वारा उतारे गये फोटोग्राफको स्पेक्ट्रोग्राम कहते हैं। खगोलीय दुनियामे स्पेक्ट्रोग्राफ बहुत ही महत्त्वशाली और आवश्यक साधन है। करीब पिछले सौ सालसे वह दूरबीनोंके साथ इस्तेमाल होता आया है। दुनियाकी सभी बड़ी वेधशालाओंमें आकाशीय ज्योतियोंके वर्णपटके अध्ययनका कार्य निरंतर होता रहता है। तेजस्वी ज्योतियोंके वर्णपट जल्दी प्राप्त हो सकते हैं मगर निस्तेज ज्योतियोंके वर्णपट उतारनेमें अनेक घंटे बीत जाते हैं।

स्पेक्ट्रोग्राफके तीन प्रकार हैं। प्रिझम-स्पेक्ट्रोग्राफ, ग्रेटिंग स्पेक्ट्रोग्राफ और वस्तुकाँच-प्रिझम-स्पेक्ट्रोग्राफ। पहले दो प्रकारोंमें प्रिझम और ग्रेटिंगके बदल-बदलका फर्क है। तीसरे प्रकारमे प्रिझमको दूरबीनके वस्तुकाँचके आगे रख दिया जाता है। नतीजा यह होता है कि आकाशीय ज्योतिकी किरणें पहले प्रिझम पर गिरती हैं और बादमे वस्तुकाँच पर। इस फर्कके सिवाय उपर्युक्त तीनों स्पेक्ट्रोग्राफकी कामगिरी करीब एक-सी है। वेधशालाओमे सबसे ज्यादा उपयोग ग्रेटिंग-स्पेक्ट्रोग्राफका किया जाता है।

इन तीनों प्रकारोंकी बात संक्षेपमें करेंगे।

प्रिझम स्पेक्ट्रोग्राफकी रचना नीचेकी आकृतिमें दिखाई गई है।



ज्योतिके प्रकाश को, सर्वप्रथम, एक लेन्सके द्वारा 'स्लिट' या छिरीमेंसे पार करके संधानक लेन्स पर गिरने दिया जाता है। संधानकमें होकर प्रकाश जब बाहर निकलता है तब उसकी किरणें एक-दूसरेके समानांतर हो जाती हैं। ये समानांतर किरणें प्रिझम या त्रिपाश्व

काँच पर गिर कर उसके पार निकली है। मगर ऐसा होते समय वह सफेद प्रकाश सात रंगों में विभक्त हो जाता है। इन रंगीन बिम्बोंको दूरबीन द्वारा एकत्रित किया जाता है। मिल्ड से लेकर दूरबीन तककी सारी सामग्री स्पेक्ट्रोस्कोप कहानी है। स्पेक्ट्रोस्कोप द्वारा उत्पन्न वर्णपट्टको, अक्षिताल द्वारा देखा जाता है। अक्षितालके स्थान पर फोटोप्लेट रखकर तम-वीर उतारी जाय तो उस फोटोग्राफका स्पेक्ट्रोग्राम कहते हैं और पूरी यन्त्रसामग्रीको स्पेक्ट्रो-ग्राफ। स्पेक्ट्रोग्राफकी मर्यादनामें उतारे गये स्पेक्ट्रोग्राममें दृश्य प्रकाशके अलावा अल्ट्रावायोलेट और इन्फारेड प्रकाशकी भी तमवीर उतरती है।

स्पेक्ट्रोग्राफ द्वारा ज्यादा लम्बाईवाला वर्णपट्ट प्राप्त करना हो तो दूरबीनका वस्तु-ताल बड़े माभीय अन्तरवाला पसद करना चाहिये मगर तीक्ष्ण या ज्यादा स्पष्ट वर्णपट्टकी आवश्यकता हो तो प्रकाशका दाविल करनेवाली 'मिल्ड' या दगर ज्यादा मकरी बनानी चाहिये और उसके साथ-साथ त्रिपादय काँचका निष्कोण भी बढाना चाहिये।

यह हुई प्रिज्म-स्पेक्ट्रोग्राफकी वान। अगर इस यन्त्रमें प्रिज्मके स्थानपर ग्रेटिंग रख दी जाय तो यह माघन ग्रेटिंग-स्पेक्ट्रोग्राफ बन जाता है।

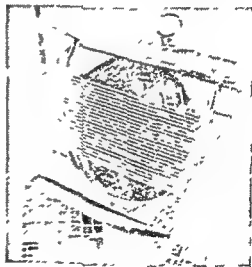
६८२ भाग तावा और ३२९ भाग रागा मिठाकर बनाये गये धाम विस्मके कासेमेंसे ग्रेटिंग बनाई जाती है। ग्रेटिंग-मट्टीको तैयार करनेके बाद उस पर हीरेकी बनीसे एकदूसरेके पाम अनेक समानान्तर रेखायें खींची जाती हैं। यह काम दिङ्गरीके यन्त्रो द्वारा हाता है।

एक मेट्रिमीटरकी चौड़ाईमें चार हजारमें लेकर बीस हजार तककी एवमें बतराली समानान्तर रेखायें खींचनेमें जाती हैं। सबसे बड़ी ग्रेटिंग-प्लेट १५ से मी × १८ से मी की होती है। रेखायें खींचनेका काम उत्तम रूपमें पूरा होता जम्हरी है। इस कारण जिन कमरेमें ग्रेटिंगकी लकी-रोका काम चलता है उस कमरेका तापमान माग समय एक-सा रखनेमें आता है। तापमानका ०.१ अंश जितना फर भी आपत्तिजनक होना है।

कानिक् वजाम एल्युमिनियमके मुल्ममेवाली काँचकी पट्टीमें भी ग्रेटिंग बनायी जाती है। काँचके मुल्ममेवाले भाग पर रेखायें खींची जाती हैं।

एल्युमिनियमके मुल्ममेवाली ग्रेटिंग कामकी ग्रेटिंगसे ज्यादा प्रबल रूपसे प्रकाशको परावर्तित करती है। अल्ट्रावायोलेट प्रकाशके लिये एल्युमिनियम-ग्रेटिंग बहुत ही महत्त्वकी है।

२४४ बहादुर दर्शन

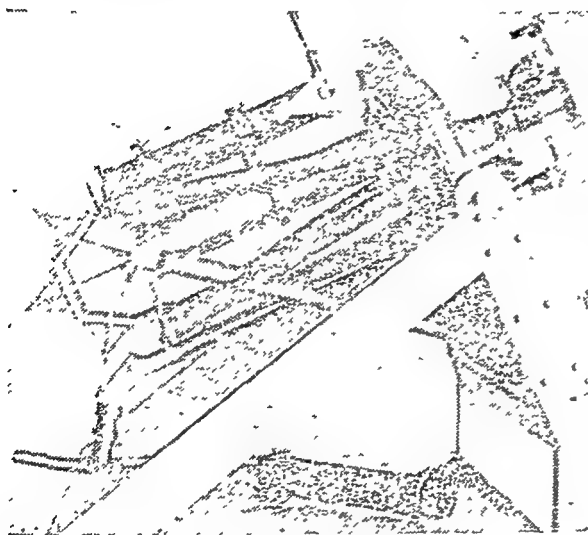


सूक्ष्म ग्रेटिंग

कई बार समतल ग्रेटिंगके बदलेमें वहिर्गोल ग्रेटिंगका उपयोग किया जाता है। यह ग्रेटिंग वर्णपट उत्पन्न करनेके अलावा उसे संकेन्द्रित करनेका काम भी करती है और इस प्रकार उसके साथ संकेन्द्रक लेन्सकी जरूरत नहीं रहती है।

प्रिझमके स्थान पर ग्रेटिंगका उपयोग करनेकी बात कुछ अटपटी-सी लगना संभव है। इंद्रजट-पूर्ण होने पर भी आजकल उसीका ही उपयोग हो रहा है। ग्रेटिंगकी बड़ी भारी दिक्कत उस पर लकीरें खींचनेकी है। मगर वह काम कामयाबीसे पूरा कर लेने पर ग्रेटिंगके उपयोगमें ही फायदा मालूम हुआ है। ग्रेटिंगकी रेखाये एकदूसरेके जितनी ज्यादा नजदीक हों उतनी ही ग्रेटिंगकी पृथक्-दर्शनशक्ति बढ़ती जाती है।

प्रिझमके स्थानमें ग्रेटिंगका उपयोग करनेमें एक सुभीता है। ग्रेटिंगके कारण वर्णपट कुछ बड़ा बनता है और यो विभिन्न रंगोंको एकदूसरेसे दूर फैले हुए देखा जा सकता है। प्रिझमके वर्णपटकी एक और तकलीफ है। वहाँ लाल छोरके लगे तरंग जामुनी छोरके छोटे



ब्रुस स्पेक्टोग्राफ

तरंगोंके मुकाबिलेमें एकदूसरेके ज्यादा नजदीक—भीड़ उत्पन्न करते—दिखाई पड़ते हैं। ग्रेटिंगके वर्णपटमें यह मुसीबत नहीं है। उसके सारे रंगोंकी किरणें समान रूपसे फैलती हैं। प्रिझमके वर्णपटमें तरंगलम्बाईका प्रमाण लालसे जामुनी तकके रंगोंमें बदलता रहता है। ग्रेटिंग का वर्णपट इस क्षतिसे मुक्त है।

प्रिझमका हो या ग्रेटिंगका किसी भी स्पेक्टोग्राफसे एक-वारगी एक ही तारेका या आकाशीय ज्योतिका वर्णपट

प्राप्त किया जायगा। कई दफा अनेक तारोंके वर्णपट एकसाथ प्राप्त करनेकी जरूरत पैदा होती है। ऐसे मौके पर, छोटे शिरकोयवाले एक त्रिपाश्वर्ष काँचको दूरबीनके वस्तुकाँचके आगे रख दिया जाता है। इस तरकीबसे एकसे अधिक तारोंके वर्णपट एकसाथ प्राप्त किये जा सकते हैं। इतना ही नहीं उनका तुलनात्मक अध्ययन भी आसानीसे हो सकता है। कई दफा, बहुत ही कम प्रकाश-विक्षेपवाले वर्णपट प्राप्त करनेके लिये स्थूल ग्रेटिंगका उपयोग किया जाता है। यह ग्रेटिंग धातुओंके समानांतर सीखचोंसे बनती है। ग्रेटिंगकी इन छड़ोंके बीच खाली जगह रहती है। यक़िन्न वेधशालाकी १०० से. मी. वाली दूरबीनके साथ लगाई जानेवाली

स्थूल प्रोटिंगका चित्र पृ० २४४ पर दिया गया है। उमी दूरबीनके साथ मलग्न ग्रुम स्पेक्ट्रोग्राफका चित्र पृ २४५ पर दिया गया है। इस यंत्रमें विलकुट नीचेकी ओर कोलिमेटर (स्लिट और लेन्स) हैं और विलकुल ऊपरके भागमें केमेराके सज्ज दूरबीन है। बायी ओर तीन प्रिज्म हैं। कोलिमेटरमें गुजरनेके बाद प्रकाश इन प्रिज्ममोमे होकर दूरबीनके जरिये केमेराकी प्लेट तक पहुँचना है।

हरेक परमाणु और अणु काग निश्चित तरंगलम्बाईवाले प्रकाशका उत्सर्ग करता है या वैसे प्रकाशको ग्रहण करता है। अलग-अलग तत्वोंकी यह प्रवृत्ति तारों और ताराविस्वोंके वर्णपट द्वारा प्रस्ट होती है। ओग दस प्रकार पृथ्वी पर जो तत्व हैं और साथ ही माय के तत्व कौनसी आकाशीय ज्वालियामे हैं उसका पता चलता है। दूसरे ढंगमे यहाँ तो यों कहा जायगा कि तारोंके वर्णपटमे तारों-विषयक अनेक बातोंकी हमें जानकारी मिलती है। तारोंमें कौनसे मूलतत्व विद्यमान हैं यह बतलानेके अलावा तारोंके तापमान, उनकी निर्गमनशक्ति, उनकी वायुओंका दबाव वगैरहके माय-माय तारा युग्म है या अकेला, वह हमारी ओर आता है या हमसे दूर अवकाशमें गति कर रहा है इत्यादि बातोंकी हमें यह जानकारी देता है। ग्रहों और सूर्यके वायुमण्डलका अध्ययन करके और तारोंमें कौनसे तत्व विपुल प्रमाणमें हैं यह जानकर तारोंके भूतकाल पर हम नजर डाल सकते हैं और यों उनके उद्भव और उत्क्रान्तिके बारेमें समझ सध्य प्राप्त किये जाते हैं।

वर्णन्यक्चरण-यंत्रका एक उपयोग तारे चुम्बकीय हैं या नहीं यह समझनेका है। चुम्बकीय क्षेत्रमें आया हुआ परमाणु ऊर्जाका उत्सर्ग करता है या ऊर्जाको ग्रहण करता है तब उसकी वर्णपटीय रेखा दो रेखाओंमें विभक्त हो जाती है। इस प्रकारका 'ज़ीमन अमर' कुट्टेक ताराके वर्णपटमें देखा गया है और यों तारा और ताराविस्वोंके चुम्बकीय क्षेत्रोंका पता चला है।

सूर्यका अभ्यास करनेके लिये, कई बार उसका एकवर्ण प्रकाशका फोटो खींचा जाता है। यह काम स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफ नामका यंत्र करता है। इस यंत्रकी सहायतामे निम्नित तरंग-लम्बाईके प्रकाशकी सूर्य-छवि प्राप्ति की जाती है। एक हिस्सेके स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफकी आइडि पृ २४७ पर दी गई है।

स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफ दो भागोंमें बना है। उसका एक भाग दूरबीन है जो सूर्यका प्रतिबिम्ब रचना है और दूसरा भाग सूर्यका एकवर्ण-फोटो खींचनेवाला यंत्र है जिसमें दो जगहों पर दरारें (फाट) हैं।

सूर्यप्रतिबिम्बके बहुत कम हिस्सेको दरार १ (फाट १) द्वारा यंत्रके दूसरे हिस्सेमें दागिल किया जाता है। यह प्रकाश दर्शक १ पर गिरता है और परावर्तनके बाद यंत्रके बीचमें रखे गये निपाद्वर्ण काँचमें होकर दर्शक २ पर जा गिरता है। ऐसा करते समय वह अनेक रंगोंमें विभाजित हो जाता है। दर्शक २ परकी आपात किरणें परावर्तनके बाद दरार २ (फाट २) के रास्ते बाहर निकलती हैं। दरार २ सभी किरणोंको बाहर नहीं जाने देती है। वह सिर्फ २४६ ब्रह्मांड दर्शन

एक ही किरणको बाहर जान देती है। बाहर निकलनेवाली किरण उसके सम्मुखकी फोटो-प्लेट पर अपनी छवि अंकित कर देती है।

दूरबीनको और फोटोप्लेटको यथास्थित रखे और स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफके वाकीके हिस्सेको सरकाते रहें तो दरारमें से सूर्यके विभिन्न भागोंके प्रतिबिम्ब गुजरते रहेंगे और उनकी छवियाँ फोटोप्लेट पर अंकित होती जायेगी। यों समूचे सूर्यका एक वर्णका फोटो खींचा जा सकेगा। इस प्रकारके एक वर्णवाले फोटोग्राफको स्पेक्ट्रो-हेलियोग्राम कहनेमें आता है।

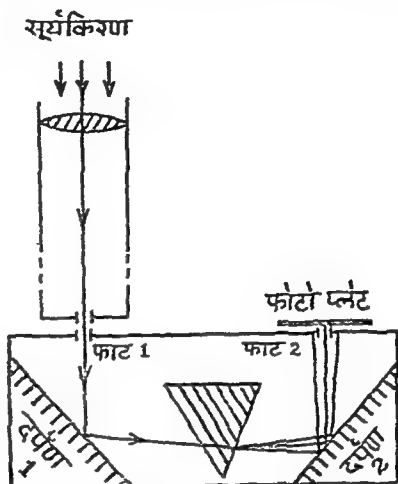
केवल खग्रास ग्रहणके समय दिखाई पड़नेवाले सूर्यके रंगावरणके और अग्निपिंडके फोटोग्राफ अब स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफकी सहायतासे किसी भी समय लिये जा सकते हैं और उनके द्वारा सूर्यके स्वरूपका ज्ञान प्राप्त किया जाता है।

आकाशस्थित तारोंके विषयमें जो जानकारीयाँ प्राप्त की जाती हैं उनमें तापमान विशेष महत्त्वका है। तारे हमसे बहुत दूर हैं। उनके पास पहुँचकर तारोंका तापमान प्राप्त करनेकी संभावना नहीं है। हमारे सामान्य उष्मामापकोमें यह सामर्थ्य नहीं है इस कारण वैज्ञानिकोंने विविध प्रकारके और साधन बनाये हैं जिनमेंसे एक थर्मोकपल है।

पृ. २४८ वाली आकृतिमें I मार्कवाला साधन थर्मोकपल-सेल है। उसका बायीं ओरवाला काला छोर केल्सियमसे बना है। दायीं ओरके ऊपरके भागमें 'T' लिखा है वहाँ थर्मोकपल रखा गया है। इस भागमें आमने-सामने खिड़कियाँ हैं। इनमें से बायीं ओरकी खिड़कीसे तारेका प्रकाश यंत्रमें प्रवेश करता है। दायीं ओरकी खिड़कीमेंसे थर्मोकपलको देखने पर वह आकृति II की तरह दीखता है। थर्मोकपलका विविध अंग उसके केन्द्रस्थानमें रखे गये तार हैं। ये तार दो अलग धातुओंके (ताँबेके और लोहेके) तार हैं जिनको एकदूसरेके साथ जोड़ दिया गया है। चौकसीके वास्ते और सूक्ष्म रूपमें भी उष्मा वह न जाय इस कारण उपर्युक्त दोनों तारोंको एकके वजाय दो वक्त पाँजा जाता है (आकृति III में दो मोटे तारोंको उनके बीचमें पतले तारके साथ जोड़े हुए दिखाया है)। यह तारसंगम थर्मोकपलका हार्द है। थर्मोकपलके खुले तारोंको एम्मीटरके या गैल्वेनोमीटरके साथ जोड़ दिया जाता है।

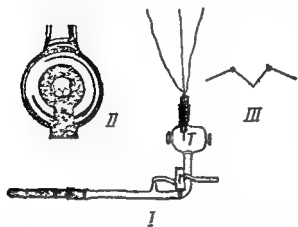
तारसंगम पर आकाशीय ज्योतिका विकिरण गिरता है तब उसका तापमान बढ़ता है। और तब मंद किन्तु स्पष्ट विद्युतप्रवाह एम्मीटरमें बहने लगता है। थर्मोकपलकी सहायतासे बहुत ही सूक्ष्म विद्युतप्रवाह-फर्क (एक अंगके दस लाखवें भाग) को नापा जाता है।

आकाशमें अनेक तारे हैं। दूरबीनसे देखने पर एक ही स्थानमें बहुत-से तारे दिखाई देते हैं। प्रश्न होगा कि इन तारोंमेंसे किसी एक ही तारेका प्रकाश थर्मोकपलमें किस प्रकार



स्पेक्ट्रोहेलियोग्राफ

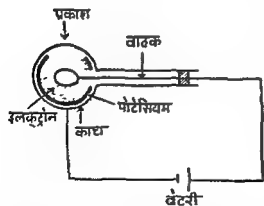
दाखिल किया जाता होगा। दूरबीनके नाभिलमें अनेक तारे प्रतिबिम्बित होते हैं। मग्न तरलमें उनमेंसे एक हो तारेका प्रकाश छांट लिया जाता है और उसके विकिरणको थर्मोपिण्ड तार-मग्न तक पहुँचाया जाता है। थर्मोपिण्ड द्वारा प्राप्त होनेवाली उष्मा हरेक सेकंडमें एक वर्ग सेंटीमीटर क्षेत्रफलके हिस्सेमें बितनी होती है उसका हिस्सा रगान्तर समग्र तारेकी



उष्माका अनुमान किया जाता है। मतलब कि इस प्रकार उस तारेका तापमान निश्चित किया जाता है। इस पद्धतिसे अनुमान अब तक हजारों तारोंकी सन्तुष्टि सही तापमान मालूम कर लिये गये हैं। एक थर्मोपिण्ड-मोटरकी जगह पर एक सेकंडमें गिरनेवाली उष्माको उसे विकसित करनेवाली ज्योतिका उष्मास्थिराक कहनेमें आता है। भूयका उष्मास्थिराक 10^8

केटरी है। भूयकी समग्र सतह परसे होता ऊर्जा-विकिरण हरेक सेकंडको 6×10^{26} अग है। भूयसतहका तापमान $5,000^\circ$ सेंटीग्रेड है।

तारोंके तापमानकी तरह उनके वर्ग और रंग यथानुसंग नापे जायें यह भी बहुत जरूरी है। इस प्रकारके काम आनेवाला एक माधन फोटोइलेक्ट्रिक सेल है। इसकी रचना निम्नानुसार है।



फोटोसिस्म या अन्य आवृत्ती धातु पर प्रकाश गिरता है तब उस धातुमें इलेक्ट्रॉन अलग होते हैं। इलेक्ट्रॉन अलग होनेका अनुपात धातु पर गिरनेवाले प्रकाशकी प्रबलताके प्रमाणमें होता है। इलेक्ट्रॉनमें सूक्ष्म वैद्युतिक शक्ति उत्पन्न करनेकी क्षमता है। बरौब सभी धातुमें अपने पर जट्टावाफोटेट प्रकाश गिरने पर इलेक्ट्रॉन छोड़ती हैं मगर इन सबमें फोटोसिस्म और मेसियम जैसी

आवृत्ती धातुमें ज्यादा उपयोगी मान्य हुई हैं। ये धातुमें दृश्य प्रकाशमें भी काम आती हैं। यह मन हाते हुए भी उनकी एक कमजोरी है। ये वातावरणके प्राणवायुको नहीं सह सकती हैं। इस कारण इनकी पट्टियोंको उपरके चित्रमें दिखाया गया है उसी

अनुसार गून्घ अवकाशवाले फ्लास्कमे या अति अल्प निष्क्रिय वायुसे भरी ट्यूबोंमें रखा जाता है।



सामान्य इलेक्ट्रिक सेलमे आल्कली धातुकी पट्टी केथोडका काम करती है। उसमेसे अलग होनेवाले इलेक्ट्रॉन एनोडकी ओर वहकर एनोड पर जमा होते हैं। (आकृतिमें गोलेके बीचमें एनोड है) यह होते हुए ही विद्युत्प्रवाह गुरु होता है और प्रकाशके गिरते रहने तक चालू रहता है। काँचके गोले पर गिरनेवाला प्रकाश एक-सा रहता है तब तक उत्पन्न होनेवाले प्रवाहका जोर एक-सा रहता है: प्रकाशमे फर्क उत्पन्न होते ही प्रवाहके जोरमे फर्क पड़ता है।

फोटोइलेक्ट्रिक-सेल अत्यंत संवेदनक्षम उपकरण है और रूपविकारी तारोंके प्रकाशकी कमी-बेशीको नापनेके लिये -वह बहुत उपयोगी है। रूपविकारी तारोके सिवाय वह दूसरे तारोके तेज नापनेका भी काम देती है। वजह यह है कि फोटो-इलेक्ट्रिक-सेल पर गिरनेवाले प्रकाश के अनुपातमे वह इलेक्ट्रॉन छोड़ती है और इस कारण पैदा होनेवाले सूक्ष्म विद्युत्प्रवाहको अत्यंत वारीकीसे नापा जा सकता है। तारोके प्रकाशके हिसाबसे उनके वर्ग सरलतासे मालूम किये जाते हैं।

कुछके संकुल इलेक्ट्रिक-सेलोंमे एक धातुपट्टीके एवजमे दो धातुपट्टियाँ काममे लायी जाती हैं। प्रकाशके आपतनसे पहली पट्टीमेसे छूटनेवाले इलेक्ट्रॉन दूसरी पट्टीके साथ टकराकर उसमेसे इलेक्ट्रॉनोंको उत्पन्न करते हैं। इन द्वितीयक या गैण इलेक्ट्रॉनोंकी उपज दूसरी पट्टीसे टकरानेवाले कणोंके वेगके प्रमाणमे होती है। पट्टियोंके बीचके विद्युत्-पोटेन्शियलको बढ़ाकर इस वेगको भी बढ़ाया जा सकता है। कुछ धातुओंके द्वारा दो गैण इलेक्ट्रॉन पैदा किये जाते हैं तो कुछके द्वारा दस तक गैण इलेक्ट्रॉन उत्पन्न किये जाते हैं। इस अधिकताका लाभ खगोलीय फोटोमीट्रीमें काम आनेवाली फोटोमल्टिप्लायर ट्यूबोंके द्वारा उठाया गया है। ये ट्यूब अत्यंत संवेदनक्षम होती हैं।

प्रकाश-संवेदनक्षम उपकरणोंकी कार्यक्षमता उनकी प्रमाणक्षमतासे निश्चित होती है। सामान्य फोटोइलेक्ट्रिक-सेलमे प्रकाशके १० कण प्रवेश करते हैं तब उनमेसे सिर्फ एक कण ही धातु-पट्टीमेसे इलेक्ट्रॉन अलग करता है। फोटोइलेक्ट्रिक-सेलकी प्रमाणक्षमता $\frac{1}{10}$ है। यह आँक छोटा जरूर है मगर फोटोग्राफीकी तुलनामें वह १०० गुना ज्यादा है! फोटोइलेक्ट्रिक-सेलसे ज्यादा प्रमाणक्षमता दिखानेवाला उपकरण फोटोकन्डक्टिव-

सेठ है। इस मेलमें लेड सल्फाईड या थालियम सल्फाईड इन्फ्रारेड प्रकाश में प्रकीर्णित होता है जिसके कारण उसके इन्फ्रारेड प्रकाशकी प्रचलता बहुत बढ़ जाती है। सामान्य प्रकाशके लिये इस मेलकी प्रमाणक्षमता $\frac{1}{10}$ है लेकिन इन्फ्रारेड प्रकाशके लिये यह सामान्य फोटोडिटेक्टिव मेटर में १०० म. सेक्टर १००० गुना प्रचल हो जाती है।

फोटोडिटेक्टिव मेटरकी प्रचलता अमुक प्रकार तक मर्यादित है। इस कारण इस मेलका उपयोग निम्नलिखित तारानी जानकारी प्राप्त करनेके बजाय चमकते लाल तारा और ग्रहोंके अध्ययनके लिये ही किया जाता है।

सभी प्रकारके खगोलीय फोटोमीटर आकाशीय ज्योतियोंके प्रतिबिम्ब नहीं दर्शा सकते। इस कारण उनके द्वारा ज्ञान होनेवाले २३ या २४ वें शतके अनिश्चित ज्योतियोंको अगर दूरबीनमें देख न लिया जाय तो उनके अस्तित्व रातके आकाशमें विलुप्त हो जाते हैं। इस कामका ज्यादा उपकारक बनानेके लिये अब टेलिविजन (सामान्य नहीं) की सहायता लेनेका सोचा गया है। तागक्षेत्रकी वैद्युत्चुम्बक छवि प्राप्त करनेवाले उपकरण 'ट्रैन्स-कन्वर्टर' कहलाते हैं। फिट्टल ये उपकरण प्रायोगिक क्षमामें हैं। वैज्ञानिकोंका विश्वास है कि चंद सालामें ही वे काममें लाये जा सकेंगे।

रेडियो-दूरबीन, गुब्बारे, रॉकेट और कृत्रिम चंद्र जैसे साधन हरणक बेधालाके पाम होना सम्भव नहीं है। इनकी अलग बेधालामें होती हैं। रेडियो-दूरबीनके बारेमें हमने विस्तारमें कहा है इसलिये गुब्बारे, रॉकेट और कृत्रिम चंद्रोंने खगोलशास्त्रके विकासमें बड़ा मदद पहुँचाई है उसके बारेमें यहां बताना छोड़ेंगे।

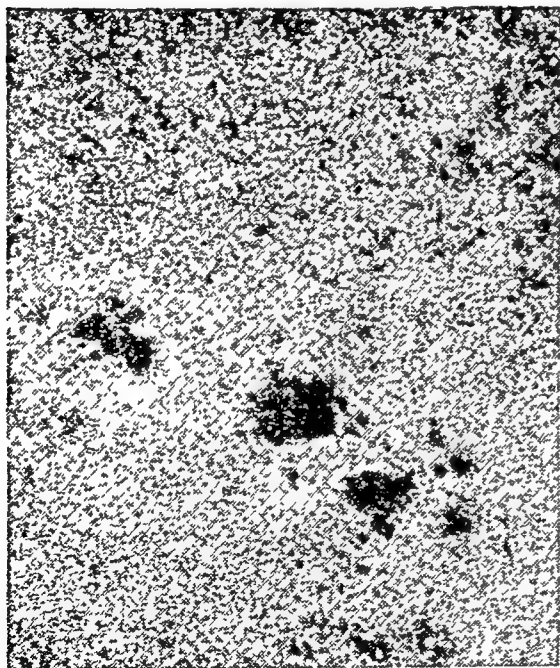
अनिरिखीय ज्योतियोंके निरीक्षणके लिये पुष्पोद्भा वातावरण विध्वनिकार है। वातावरण २५० ग्रहाड दर्शन



नेबुल दूरबीन

को हम पारदर्शक समझते हैं मगर वास्तवमें, दृश्य प्रकाश और कम लम्बाईवाली रेडियो-तरंगोंके सिवाय सभी प्रकारकी अन्य इलेक्ट्रॉनिक तरंगोंके लिये वह अपारदर्शक है। इसके अलावा एक और भी अड़चन है। पृथ्वीका वातावरण अस्थिर प्रकृतिका है और इस कारण दृश्य-प्रकाशकी खिड़की के द्वारा दिखाई पड़ता आकाश विलकुल स्पष्ट रूपका नहीं होता है। वातावरणमें उत्पन्न होते रहते प्रवाह और अज्ञावात अंतरिक्षीय छवियोंको कभी संपूर्ण नहीं होने देते। कई दफा तफसीलोंको वे पोंछ भी डालते हैं।

सवाल है कि क्या किया जाय? पृथ्वीके वायुमंडलको थोड़े ही मिटा सकते हैं? वातावरण वाधारूप हो तो उसकी वाधाको दूर करनेका और उपाय सोचना चाहिये। पृथ्वीके चारों ओर करीब १००० किलोमीटर तक वायुमंडल है। इस वायुमंडलकी घनता पृथ्वीके नजदीक सबसे ज्यादा है। हमारा वायुमंडल ऊपरी भागमें बहुत ही पतला है। अगर हम गाढ़े वातावरणसे ऊँचे उठकर आकाशीय ज्योतियोंके निरीक्षणकी तरतीब निकाले तो वह उपकारक बन सकती है। मगर आजकी स्थितिमें वह संभवित नहीं है। आदमी अभी तक अंतरिक्षमें रहनेका आदी नहीं हुआ है। इस कारण,



रवादार सूर्य सपाटी

यहाँ दिया गया है। चित्रमें सूर्यकी रवादार सतह (मय काले कलकोंके) दिखाई देती है। घरातलसे सूर्यके ऐसे चित्र प्राप्त करना अत्यंत मुश्किल है। उपरके चित्रसे भी ज्यादा तफसीलवाले चित्र प्राप्त करनेके लिये वैज्ञानिक लोग ९० से. मी. की दूरवीनको गुब्बारे

अदी नहीं हुआ है। इस कारण, अन्य रीतियाँ अखत्यार करके आकाशीय पदार्थोंकी जानकारी प्राप्त की जा रही है। इस तरहकी एक प्रयुक्ति बैलून-दूरवीन है।

बैलून-दूरवीनमें दूरवीनको बैलूनके नीचेके हिस्सेके साथ जोड़ दिया जाता है। बैलूनकी गति-दिशा कोई भी हो दूरवीन अपना काम करती ही रहती है। पृ. २५० पर जो बैलून दिखाया गया है उसके साथ जुड़ी हुई दूरवीन ३० से. मी. वाली केमरेसे सज्ज दूरवीन है। यह गुब्बारा घरातलसे २५ किलोमीटर ऊँचे पहुँचा था और दूरवीनने वहाँसे सूर्यके फोटो खींचे थे।

उपर्युक्त दूरवीनसे ली गई सूर्यकी छवियोंमेंसे एकका चित्र

द्वारा अनरिक्तमें और भी ऊँचा भेजनेकी सोच रहे हैं। इनका विश्वास है कि मूल्यके बलावा ग्रहों, तारों और ताराविस्फावी अच्युती छविया डम दूरबीनके द्वारा प्राप्त हो सकेंगी।

अनरिक्तमें भिन्न प्रकारकी शक्तिया विनिरिति होकर पृथ्वी तक पहुँचती रहती है। इनमें अल्ट्रावायलेट प्रकाश, क्ष-किरणें, विद्व किरणें वगैरह मुख्य हैं। इन मर्मके अध्ययनके लिये हमें वातावरणमें बहुत ऊँचाई पर पहुँचना चाहिये और हा मके तो उममे पाग होकर उपर्युक्त किरणोंको अवशोषी परित्वितियाकी थाह लेनी चाहिये। मगर यह काम चद मितों में फोटो खीचकर पूरा हो जाय ऐसा अत्यशानेन नहीं है। डम कामके लिये अनरिक्तमें ज्यादा समय रहकर जानकारी प्राप्त करनेकी आवश्यकता है। आजकल यह काम रॉकेटों और कृत्रिम चंद्रोंके द्वारा हा रहा है। हवामानका उपग्रह, मंदस-उपग्रह, हमरे उपग्रह और रोकेटोंके द्वारा वान एलन पट व मूलप्रदानकी प्राप्त जानकारीकी मरह मून, बुध, और मगत भूमिने बारेमें और माय-माय उनके वायुमंडलकी वाकन जानकारी इकट्ठी की जा रही है। तारोंके चुवकीय क्षेत्रोंको, परम स्फोटकमें प्रमृत विस्वकिरणोंको और क्ष-किरणों तारोंके स्वरूप मणोरनों का आज जा अप्रमदान दिमा जा रहा है वह आजके विकामशील मणोलशानका सनून है।

निरटके भविष्यमें पृथ्वीकी परिमता करनेवाली उत्तनवेधशालामें अवकाशमें भेजी जायेंगी। ये वेधशालायें अब अरमे तक अनरिक्तमें घूमनी रहेंगी और इनके द्वारा आन्तरीय ज्योनियाका विस्तृत अभ्यास किया जा मकेगा। मन् १९६० में, मूलका अध्ययन करनेके लिये एक वेधशालाका अनरिक्तमें भेजा गया था। डम वेधशालाका मचालन पृथ्वीके रेडिया-मकेनोंके द्वारा करनेमें आया था। वेधशालामें रबी गई चुवकीय पट्टी पर अरित निरीक्षणोंको पृथ्वी तक भेजनेका काम भी रेडियोम लिया गया था। वेधशालाका टल्लिा दिमामें घुमावेका काम उसके चार कौनामें से बाहर निकाले गये चार वाहुम्विन गोलाकार जेटा द्वारा हुआ था। कुछ देर तक काम करनेके बाद यह वेधशाला टल्लक गई थी।

मणोलशान्नी उपर्युक्त वेधशालामे भी बहुत बडी एर उत्तनवेधशाला अनरिक्तमें स्थापित करना चाहते हैं। यह वेधशाला वणपटकी प्रवल्ताका अभ्यास करेगी और डम कारण उमका ६० मे मी मे ७० मे मी की दूरबीन, स्पेक्ट्राग्राफ, फोटोइलेक्ट्रिक-मेल वगैरहमें गुमगजित की जायगी। पूरी वेधशालाका वजन मका दा इनके करीब होगा।

एक और उपर्युक्त वेधशाला स्थापित करनेका प्रयत्न चरु रहा है तब हूमरी जार वैज्ञानिकोंका एक दल १२५ मे मी दूरबीनकी ३५००० किगामीटकी हुरी पर अनरिक्तमें भेजनेकी योजना बना रहा है। यह काम मेटन राकेट द्वारा होगा। अनरिक्तमें उपर्युक्त ऊँचाई पर पहुँच कर यह दूरबीन २४ घटेमें ही पृथ्वीकी प्रदक्षिणा करना प्रारम्भ करेगी। ममलय कि हमें वह दूरबीन हमेशाके लिये आकाशमें एक ही जगह दिमाया करेगी। समभव है मन् १९७० के अरममें यह दूरबीन अवकाशमें स्थापित की जाय।

लेकिन कलनाका दौर महीं पूरा नहीं होता है। निरटके भविष्यमें ३० मे ४० टन वजनकी एक अलग वेधशालाको पृथ्वीके चारा ओर घूमनी रव छोटनेका सोचा जा रहा है। वैज्ञानिकोंका एक दल, वेधशालाकी घूमनी रव छोटनेके वजाय उमे चद्र पर प्रस्थापित करना २५२ • ब्रह्माड दर्शन ।

ज्यादा ठीक समझते हैं। उनकी दलीलोंमें सचाई भी है। उपर्युक्त वेधशालामें काम करनेवाले मनुष्य रहेंगे ही, चाहे वे दो हों या पाँच। अंतरिक्षमें घूमनेवाली इस वेधशालाके यंत्रोंकी निगरानी—खास करके कोई एकाध बिगड़ जाय या काम न दे उस वक्त—रखनी ही पड़ेगी। यंत्रोंको ठीक-ठाक करनेके लिये वेधशाला-स्थित मनुष्यको थोड़ा-बहुत इधर उधर होना ही पड़ेगा। और ऐसा करनेमें उसका स्थान डगमगायेगा और उसके कारण वेधशालाकी गतिमें विक्षेप उत्पन्न होगा। यह विक्षेप मनुष्यके लिये जोखमी भों सावित हो। विक्षेपका यह भय कहाँ तक ठीक है वह जाननेके प्रयोग भी हो रहे हैं। अंतरिक्षयानमें से मनुष्य बाहर निकले, थोड़ा समय अंतरिक्षमें रह कर वापस यानमें आ जाय, नज़दीकके ग़ान पर चला जाय और वहाँसे साधन-सामग्री प्राप्त करके वापस आ जाय वगैरह प्रकारके प्रयोग हो रहे हैं। इन प्रयोगोंकी सफलता पर मनुष्यकी सलामती निर्भर करती है।

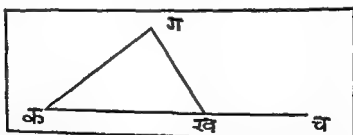
चंद्र पर वेधशाला स्थापित करनेमें कुछ अन्य प्रकारकी मुसीबतें भी हैं। वीरान, सूखे-सूखे और उजाड़ चंद्र पर काम करनेवाले मनुष्यकी जीवन रक्षाका प्रश्न बहुत महत्वका है। चंद्र पर हवा नहीं है, पानी भी नहीं है इस कारण खानेपीनेकी और जीवनोपयोगी सारी आवश्यक साधन-सामग्रीका बंदोबस्त करना अत्यंत ज़रूरी होगा। संभव है कि शुल्हातमें वेधशाला अमानव हो और बादमें वह समानव हो जाय।

कुछ भी हो, एक बात निश्चित है कि हमारा जगत तेज़ीसे पलट रहा है। टेक्नोलोजीके विकासके साथ-साथ अनेक बातें नये रूपमें हमारे सामने प्रकट हो रही हैं। अंतरिक्ष-यात्राके यान ऐसी एक वास्तव है। हवा और पानीमें जिस प्रकार आसानीसे यात्रा की जाती है उसी तरह अंतरिक्षमें भी मुखद यात्रा करनेका मनुष्य सोचे तो उसकी यह कल्पना मिथ्या न मानी जायेगी। हम सबके सर्वतोभद्र विकासके हेतु यह स्वप्न साकार हो यही इच्छनीय है।

२६. अंतरिक्षीय अंतर-मापन

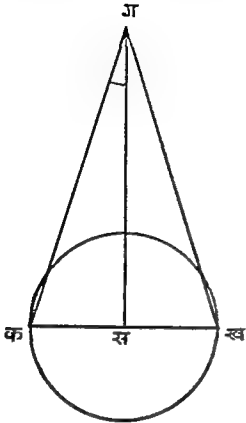
अंतरिक्षीय पदार्थोंके अलग-अलग खगोलशास्त्रमें अत्यंत महत्त्वपूर्ण स्थान है। कौनसी ज्योति हमसे नजदीक है और कौनसी हमसे दूर, इसे जानकर वे सभी अवकाशमें किम प्रकार अवस्थित हैं यह हम समझ सकते हैं। कई ज्योतिषोरा एकदूसरेके निकट होनेका आभास होता है मगर यथार्थमें वे हमसे कम या ज्यादा अंतर पर आयी हुई हो सकती हैं। अंतरिक्ष कितना गहरा है और उमे समृद्ध बनानेवाली ज्योतिषा आकाशमें किस प्रकार फैली हुई हैं इसका स्पष्ट ख्याल इन ज्योतिषावे अंतरावे द्वारा ही प्राप्त हो सकता है। अंतरिक्षीय ज्योतिषोंके स्थान और दूरत्वकी मददसे ब्रह्मांडका स्वरूप समझा जाता है।

अंतरिक्षीय पदार्थोंके अंतर नापनेके लिये अलग-अलग पद्धतियाँ प्रयोगमें लाई जाती हैं। इनमेंसे एक पद्धति लंबन-पद्धति है। यह पद्धति ज्योतिके दिग्भेद-विस्थापन (Parallax displacement) पर आधारित रहती है। इस बातको हम एक उदाहरण द्वारा स्पष्ट करेंगे। हाथमें पेनसिल या कलमका खड़ी पकड़कर और हाथको दूर तक लंबा फैलाकर पेनसिलको एक दफा बायीं आँखसे और दूसरी दफा दायीं आँखसे देखेंगे तो वह पेनसिल उमके पीछेके पदार्थोंके मुकाबलेमें अपना स्थान बदलती नजर आयेगी। यह स्थानाभास (shift) नजदीककी वस्तुमें ज्यादा और दूरकी वस्तुमें कम मालूम होता है। पदार्थ बड़ा दूरका हो ऐसे मीने पर उमे देखनेवाली आँखोंके बीच ज्यादा फर्क है तो दूरके पदार्थका स्थानाभास ज्यादा स्पष्ट होता है और उमकी मददसे उम पदार्थकी हमसे दूरी मालूम की जा सकती है। अब हम उदाहरण द्वारा इस बातको समझेंगे



कल्पना कीजिये कि हम समतल भूमि पर खड़े हैं और हमसे कुछ दूर एक मकान या चट्टान है जिसकी दूरी हम नापना चाहते हैं। सबसे पहले हम एक आधार-रेखा कच खींचेंगे। बादमें क से देखने पर मकान या चट्टानकी चोटी आधार-रेखाके साथ जो कोण बनाती है उमे थियोडोलाइट की मददसे नापेंगे। मकान या चट्टानकी चोटी को 'ज' कहें तो यह काण

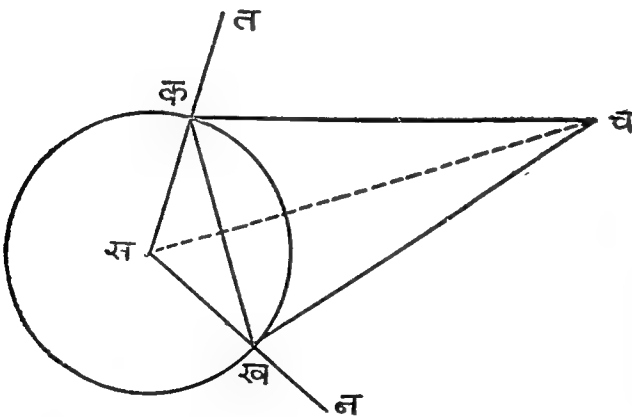
\angle चकग होगा। बादमें कच रेखा पर क से २०० या ज्यादा मीटर दूरका ख स्थान पसंद किया जायेगा और वहाँसे ग का दिशांतर नापा जायगा। इन सब नापोंके आधार पर \triangle कखग रचा जायगा और उसकी मददसे कग और खग अंतर मालूम कर लिये जायेगे। कख पर गन लंब खीचने पर ग का कख से सीधा अंतर भी प्राप्त हो जायगा। जमीनकी पैमाइश करनेवाले इसी त्रिकोणमापन पद्धतिका उपयोग करते हैं



ऊपर जो उदाहरण दिया गया उसमें ग को देखनेवाली एक आँख क के आगे और दूसरी ख के आगे थी और इन दोनोंके बीच काफी अंतर भी था।

उल्का या गिरते तारेकी ऊँचाई निकालनेकी पद्धति भी इसी तरहकी है। पृथ्वी पर दो अलग स्थानोंसे उल्का तेजपथके छोरोंके उन्नतांग और दिगग नापे जाते हैं। इनके और उक्त दोनों स्थानोंके बीचके दूरत्वके आधार पर उल्काकी ऊँचाई (जलकर खाक हो जानेकी) नापी जाती है।

सूर्य, चंद्र और ग्रहोंके अंतरोंको प्राप्त करनेके लिये उपर्युक्त दो स्थलोंके बीचकी दूरी हो सके उतनी ज्यादा रखी जाती है। पृथ्वी पर की ऐसी सबसे बड़ी दूरी पृथ्वीके विपुववृत्तीय व्यासकी है। वगलमे दी गई आकृतिमे कख पृथ्वीव्यास है, स पृथ्वीकेन्द्र है और ग आकाशीय पदार्थ है। \angle खकग और \angle कखगकी सहायतासे \angle कगख का नाप मालूम किया जाता है। इस कोणका आधा भाग \angle कगस या \angle खगस भूकेन्द्रीय लंबन है। लंबकोण



\triangle कसग के कस, \angle क और \angle कगस के नाप ज्ञात हैं और उनकी मददसे गस अंतर प्राप्त किया जा सकता है।

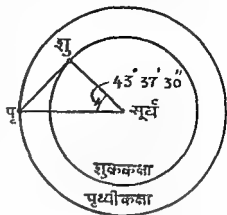
लेकिन दीखनेमे सरल इस पद्धतिका अमल उतना सरल नहीं है। इसकी बड़ी मुसीबत है क और ख आगेके कोणोंको बहुत ही सूक्ष्मरूपमें नापनेकी। इस कारण चंद्रकी दूरी नीचेकी

पद्धति अनुसार प्राप्त की जाती है।

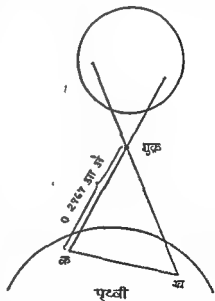
सबसे पहले पृथ्वी पर के दो स्थानोंको (इनमेंसे एक उत्तर गोलार्धमें हो और दूसरा दक्षिण गोलार्धमें हो तो और भी अच्छा) पसंद करके उनके बीचकी दूरी ज्ञात की जाती है। बादमें

अंतरिक्षीय अंतर-मापन : २५५

पृथ्वीके केन्द्रमे दून दोनो स्थानोका अंतर मापलूम कर लिया जाता है। कल्पना कीजिये कि ये दा स्यत्र, पृ २५५ पर दी हुई आकृतिके अनुसार, क और ख हैं और स पृथ्वीकेन्द्र है। क और स में चन्द्रका स्वम्बित अंतर नापा जाता है। ये अंतर \angle सख और \angle नख है। \triangle कखस के तीनों भुजाओंको लम्बाई ज्ञान होनेके कारण त्रिकोणके तीनों कोणोंके मान मापलूम हो जाते हैं। उनकी महायतामे \angle चख और \angle चक मापलूम हो जाते हैं और या \triangle कखस की कच और सख भुजाओंके माप निश्चित हो जाते हैं। आम्बिरमें सस, कच और \angle सख की मददमे \triangle सखस की सख भुजाकी लम्बाई मापलूम कर ली जाती है। यह अंतर (सख) चन्द्रका पृथ्वी के केन्द्रमें दूरत्व है।



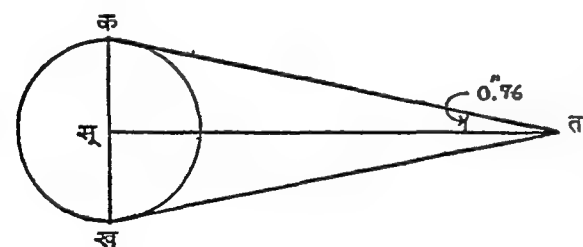
मगर यह पद्धति मूल्यके अंतरको नापनेके काम नहीं आती है। \angle चख और \angle चक की सूक्ष्म रूपमें मापन करनेमें कष्ट रेंवा बहुत ही कम पड़ती है। मूल्यों की दूरी प्राप्त करनेके लिए शुक्र ग्रहका उपयोग किया जाता है। कई दफा इरोम नामके रघु ग्रहका भी उपयोग किया जाता है। शुक्र और पृथ्वीके कक्षानल एक-दूसरे नहीं हैं। इस कारण पृथ्वी, शुक्र और सूर्य सामान्यतः सीधी रेखामें नहीं आते हैं। फिर भी अपवाद रूप प्रसंगमें वे तीनों सीधी रेखामें आ जाते हैं और ऐसे मौकों पर शुक्रको नाके त्रिदुकी तरह सूर्यमित्र पर मरकता हुआ हम देख पाते हैं। यह प्रसंग अधिकमण कहलाता है। अधिकमणके समय, पृथ्वीके दो अलग-अलग स्थानोंमे शुक्रका निरीक्षण करके उसका पृथ्वीमे अंतर (उपर्युक्त चन्द्र-अंतरकी पद्धतिमे) नापा जाता है और उस अंतरकी महायतामे सूर्यका अंतर मापलूम कर लिया जाता है। ऊपर जो आकृति दी गई है उसमें मान लीजिए सूर्य, शु और पृ अनुक्रमसे सूर्य, शुक्र और पृथ्वी है। माय-माय यह भी मान लीजिये कि शुक्रका यह स्थान उसके परम इनातर (मूल्यमे अंतर) का है। परम इनातरके समय शुक्र पृथ्वी-क्षितिजमे समे ज्यादा ऊँचा दिखाई देता है। शुक्रका परम इनातर \angle सुसुपू $63^{\circ} 37' 30''$ है। परम इनातरके समय \angle पृसुसु 90° होता है। पृथ्वी-सूर्य अंतरको आकाशीय दूरी मानकर त्रिकोणमिति की महायतामे \triangle पृसुसु के हल करने पर सूर्य-शुक्र अंतर ०.७२३३ २५६ ग्रहाद दर्शन



आकाशीय एकक होता है। पृथ्वी, शुक्र और सूर्य सीधी रेखा में आने के समय पृथ्वी-शुक्र अंतर (१-०.७२३३) आकाशीय एकक = ०.२७६७ आकाशीय एकक होता है। अविक्रमण समय के शुक्र के अंतर के साथ इस अंतर की तुलना करके सूर्य-पृथ्वी के बीच का आकाशीय अंतर (किलोमीटर में) मालूम कर लिया जाता है। (सरलता के लिये, शुक्र और पृथ्वी की कक्षाएँ यहाँ वृत्ताकार दिखाई गई हैं।)

तारों के अंतर नापने के लिये लंबन का ही सीधा उपयोग किया जाता है। और इसके लिये जो आधार-रेखा पसंद की जाती है वह बहुत ही बड़ी है। यह आधार-रेखा पृथ्वी की कक्षा के आमने-सामने के दो बिंदुओं के बीच का सबसे ज्यादा अंतर है। सूर्य के इर्द-गिर्द घूमने वाली पृथ्वी ता. १ जनवरी को क के आगे और ता. १ जुलाई को ख के आगे है ऐसी कल्पना कीजिये। अब कख पृथ्वी कक्षा का व्यास है और उसकी लम्बाई करीब ३० करोड़ किलोमीटर है। अब मान लीजिये कि त हमसे नजदीक का कोई तारा है। क और ख स्थानों से देखने पर, उस तारे का आकाशीय स्थान दूरस्थ अंतरिक्षीय ज्योतियों की पृष्ठभूमि पर सरकता दिखाई पड़ेगा। और यों उसका लंबन \angle कतसू निश्चित किया जा सकेगा। वास्तव में यह कोण बहुत ही सूक्ष्म नापका होता है। हमसे अत्यंत नजदीक के तारे का लंबन ०.७६ विकला है। सुविधा के कारण आकाशीय अंतरों को अंतरिक्षीय एकक के (Astro-unit) रूप में या पार्सेक के रूप में दर्शाया जाता है। लंबन १ विकला का हो उस अंतर को १ पार्सेक अंतर माना गया है। यह अंतर ३.२६ प्रकाशवर्ष या २०६२६५ आकाशीय एकक के बराबर है। पार्सेक अंतर लंबन के व्यस्त रूप में पलटता है इस कारण आकाशीय अंतरों को पार्सेक के रूप में आसानी से दिखाया जा सकता है। जरूरत पड़ने पर उन्हें आकाशीय इकाई के रूप में भी दिखाया जा सकता है। समीप तारे (Proxima) का लंबन ०.७६ विकला है : इस कारण उसका पार्सेक अंतर $1 \div 0.76 = 1.315$ पार्सेक है। यह अंतर $3.26 \text{ प्रकाशवर्ष} \div 0.76 = 4.28 \text{ प्रकाशवर्ष}$ या २,७१,४०० आकाशीय एकक के बराबर है।

तारों के अंतर निकालने के लिये उपयोग में ली जाने वाली लंबन-पद्धति ३० पार्सेक या १०० प्रकाशवर्ष के अंतर तक ही काम आती है। अंतर ज्यों-ज्यों बढ़ता है, मापे जाने वाले



कोणों की चौकसी कम होती जाती है। बहुत-से तारे हमसे अत्यंत दूर हैं। इन तारों के अंतर अलग पद्धति से निकाले जाते हैं। एक पद्धति है दृश्य निरपेक्ष वर्ग-पद्धति। किसी एक तारे को ३२.६ प्रकाशवर्ष (१० पार्सेक) की दूरी से देखने पर उसका जो तारक वर्ग

दिखाई पड़े वह उस तारे का निरपेक्ष वर्ग है। तारे के दृश्य वर्ग d और निरपेक्ष वर्ग n के आधार पर $d - n = 5$ लाघवांक $5 - 5$ का हिसाब करके उक्त तारे का अंतर नापा जाता है। यहाँ 5 पार्सेक अंतर है।

अंतरिक्षीय अंतरमापन : २५७

प्रश्न होगा निरपेक्ष वग कैसे मालूम किया जाय?

हरेक विश्वमें रूपविहारी तारोंका अस्तित्व है। ध्रुवपूर्वा प्रसारके और २२ वीणा रूप-विहारी तारोंके निरपेक्ष वर्गोंका उनमें रूपविहारीके साथका संबंध विष्णुत त्रिगोलशास्त्री मिस कीविटने खोज निकाला है। हमसे अत्यंत करीबना ताराविश्व मेगेलन विश्व है। उसमें ध्रुवपूर्वा प्रकारके बहुत तारे हैं। वे सभी एन-मे तेजस्वी नहीं हैं। कुछ ज्यादा तेजस्वी हैं तो कुछ कम। मतलब यह है कि उनके दृश्य वग अलग-अलग हैं। तारे अगर हमसे कम-ज्यादा अंतर पर हों तो उनके दृश्य वर्गोंमें दिखाई पड़नेवाला फर्क उनके अंतरके कारण ही माना जायेगा। मगर, यहाँ (मेगेलन विश्वमें) सभी तारे हमसे एक-सी दूरी पर हैं, और यों उनके दृश्य वर्गोंके फर्क का कारण उनके अंतरके कारण नहीं बल्कि उनके निरपेक्ष वर्गका है। निरपेक्ष वर्गना, तारोंके रूपविहारी समयके साथ मेल बिठाने पर मालूम हुआ कि उन दोनोंके बीच निश्चित प्रकारका संबंध मौजूद है और उस संबंधको आलेखके रूपमें स्पष्ट किया जा सकता है। तारोंके निरपेक्ष वर्ग जो अन्य पद्धतियों से प्राप्त थे उनका भी यहाँ उपयोग करनेमें आया और उपर्युक्त आलेखको निरपेक्ष वर्ग-कालका आलेख बनाया गया। ध्रुवपूर्वा प्रकारके तारोंकी एक विशिष्टता यह है कि तारा जितना ज्यादा तेजस्वी उतना उसके रूपविहारीका समय भी ज्यादा अरसेका होता है। आलेखमें (पृ २५९ देखिये) रूपविहारीका समय दिया गया है। उसकी मददसे तारेका निरपेक्ष वर्ग मालूम करके उस तारेका हमसे अंतर प्राप्त हो सकता है। मदाकिनी बिजने वहुनसे रूपविहारी तारोंके अंतर इसी पद्धतिसे मालूम कर लिये गये हैं। इतना ही नहीं दूरके ताराविश्वोंमें दिखाई पड़नेवाले उपर्युक्त प्रकारके रूपविहारी तारोंकी मददसे उन ताराविश्वोंके हमसे अंतर भी मालूम हो सके हैं। जपने ताराविश्वकी भुजाओंमें अवस्थित रूपविहारी तारोंने भी उसी प्रकार उन विश्वभुजाओंका और उनके तारोंका अंतर प्राप्त करनेमें हमें सहायता दी है।

निरपेक्ष वर्ग मालूम करनेकी रूपविहारी तारोंकी पद्धति जटिल और ज्यादा मेहनतकी अपेक्षा रखनेवाला काम है। सबसे पहले फोटोग्राफकी सहायतासे रूपविहारी तारोंका खोज निकालना पड़ता है। तारोंकी प्राप्तिके बाद करीब १०० दिवस तक उसकी छवियाँ ली जाती हैं और उनके आधार पर तारा सचमुच रूपविहारी है या नहीं वह निश्चित किया जाता है। तारोंके रूपविहारी होनेका साबित होनेके बाद उसके दृश्य वर्ग और रूपविहारीके समय चौकस कर लिये जाते हैं। और उनकी सहायतासे तेजाब-काल-आलेखमें उस तारेका निरपेक्ष वर्ग निश्चित किया जाता है। बादमें ५ लाखवाक $x = ५ + २ - n$ का उपयोग करके उसका पार्सेक अंतर मालूम कर लिया जाता है।

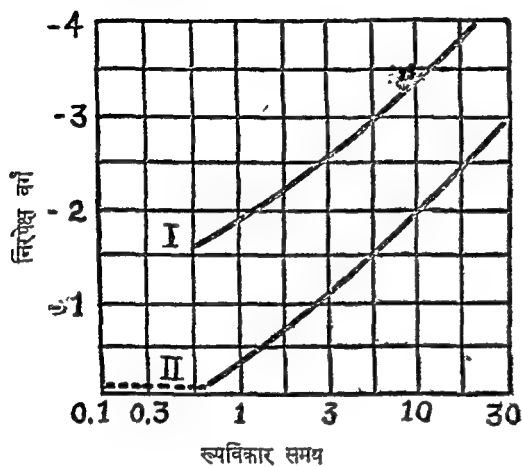
उपर्युक्त पद्धतिमें २० लाख प्रकाशवर्ष तकके अनरिखीय अंतर प्राप्त हो सकते हैं।

मगर यह अंतर हमसे एकदम करीबके ताराविश्वोंका है। दूरके ताराविश्वोंके अंतर कैसे प्राप्त होते हैं?

हमसे दूरके ताराविश्वोंके तारोंको एकदूरेमें अलग नहीं देखा जाता है और यों ध्रुवपूर्वा रूपविहारी तारोंकी पद्धतिमें यहाँ काम नहीं निवर्तता है। ऐसे मौकों पर एक अलग तरीका २५८ . ब्रह्मांड दर्शन

काममें लायी जाती है। यह पद्धति एक ही प्रकारके सारे ताराविश्वोंको एकसे निरपेक्ष वर्गवाले माननेकी है। ताराविश्वोंके निरपेक्ष वर्गों और दृश्य वर्गोंकी सहायतासे उनकी हमसे दूरी मालूम की जाती है। यह पद्धति वास्तवमें पूर्णतावाली नहीं है मगर सांख्यिकीय (Numeric) ढंगसे यथार्थ है।

हमने देखा कि ५ लाघवांक $\alpha = 5 + d - n$ है और यों लाघवांक $\alpha = \frac{5 + d - n}{5} = 1 + 0.2 \text{ द} - \frac{n}{5}$ है।



सामान्य ताराविश्वोंके लिये $n = -15$ माना गया है। यों लाघवांक $\alpha = 1 + 0.2 \text{ द} + 3 = 4 + 0.2 \text{ द}$ होता है। यहाँ α पार्सेक है। उसे प्रकाश वर्षमें पलटने पर उपर्युक्त सूत्र लाघवांक $\alpha = 0.2 \text{ द} + 4.41$ हो जाता है।

५०० से. मी. वाली माउन्ट पालोमरकी दूरबीनसे जिन दूरतम ताराविश्वोंके फोटो प्राप्त हो सके हैं उनके दृश्य वर्ग २१ है। और यो उनके हमसे अंतर लाघवांक $\alpha = 0.2 \times 21 + 4.41 = 8.2 + 4.41 = 12.61$ से मिलता है।

२१के वर्गके ताराविश्वोंका हमसे अंतर ५ अरब प्रकाशवर्षका है।

ताराविश्वोंके अंतर मालूम करनेकी उपर्युक्त पद्धतिको वर्णपटीय लंवन-पद्धति कहते हैं। यह पद्धति तारोंके अंतर खोजनेमें भी काम आती है। मिसालके तौर पर अभिजित तारे की दूरी क्या है वह जाननेका हम प्रयत्न करेंगे।

अभिजित अ वर्णपटका ०.१ दृश्य वर्गका तारा है।

यह मध्य-क्रम प्रकारका तारा है। मध्य-क्रम प्रकारके अ वर्णवर्गके तारोंका औसतन निरपेक्ष वर्ग ०.६ है।

अंतरको लंवनके रूपमें दर्शानेवाला सूत्र ५ लाघवांक $\alpha = d - n - 5$ है। इस हिसाबसे अभिजितका लंवन ०.१२६ विकला ठहरता है।

दूरी जाननेकी अन्य पद्धतियाँ वर्णविश्लेषीय लंवन और रक्त विचलनकी हैं।

वर्णविश्लेषीय पद्धतिमें वर्णरेखाओंकी प्रवलताकी तुलना की जाती है। ताराओंके कम-ज्यादा तेजांकके अनुसार एक ही प्रकारकी वर्णरेखा की प्रवलता कम या ज्यादा दिखाई देती है। एक मिसाल द्वारा इस बातको स्पष्ट करेंगे। रोहिणी और ६१ हंस दोनों क वर्णवर्गके तारे हैं। उनकी वर्णपट रेखाये ४०७७ एंस्ट्रोम और ४२१५ एंस्ट्रोम (दोनों स्ट्रोन्सियम धातुके कारण) तरंग लम्बाई की हैं। इन दोनों रेखाओंमेंसे रोहिणीकी रेखाये प्रवल हैं मगर हंसकी कमजोर। इससे

अंतरिक्षीय अंतर-मापन : २५९

विपरीत वात ४२२७ एस्टरॉम (केल्सियम धातु) की है। इन सभी वणरेखाओंकी प्रचलताकी या मदनाकी मददमें तारोके निरपेक्ष वर्ग मालूम हो जाते हैं और उनकी सहायतासे तारोकी हमसे दूरी ज्ञात हो जाती है। यह पद्धति २० पार्सेकम ज्यादा अंतरवाले तारोके दूरत्वको मालूम करनेमें काम आती है।

रक्त विचलन पद्धति ताराविश्वोके अंतर प्राप्त करनेके लिये इस्तेमाल की जाती है। तारा-विश्वकी दूरी जाननेके लिये सबसे पहले ताराविश्वका हमसे दूरत्वमनका वेग निश्चित रूपमें मालूम कर लिया जाता है। बादमें हर दस लाख पार्सेकके अंतर पर ताराविश्वके वेगमें ८० किलोमीटरकी वृद्धि होती रहनेका हिमाव लगाकर ताराविश्वका अंतर खोजा जाता है। हर सेकंड २२,५०० किलोमीटरका वेग दर्शानेवाला ताराविश्व हमसे एक अरब प्रकाशवर्षकी दूरी पर है इस बातको ताराविश्वोके अंतर ज्ञात करनेकी आधार-शिला माना जाता है।

आगिरमें राडार-पद्धतिवा भी उल्लेख करें। रेडियो दूरबीनके द्वारा सूर्यमंडलके ग्रह, उपग्रह वगैरह तब प्रचल रेडियो-सन्धेत भेज कर उससे परावर्तनको बादमें ग्रहण किया जाता है। सन्धेतको गनव्य-न्याय तब पहुँचनेमें और परावर्तनके बाद हम तब वापस आनेमें जो कुल समय बीतता है उसीके आधार पर अंतरिक्षीय पदार्थका हमसे अंतर मालूम किया जाता है। राडार पद्धति हमसे बहुत नजदीकके आकासीय पदार्थोंके लिये कामकी है। इस पद्धतिमें चंद्र, बुध, शुक्र, मंगल और गुरुके सहो दूरत्वकी यथार्थता जाँची गई है।

२७. संशोधकी पगडंडी

सूर्यके उदय और अस्त दिनरात बनाते हैं तो चंद्रकी कलाये महीना। ऋतुओके हिसाब से वर्षकी लम्बाई मालूम होती है। इन सभीके कार्यकारणोंकी चर्चामीमासा करनेवाले आदि मानवोंने स्वाभाविकतया गोधके मार्ग पर चलना शुरू कर दिया था। बादमे इन बातोंको एकदूसरीके साथ जोड़कर उनका पारस्परिक संबंध ढूँढनेके प्रयत्नमें बहुत-सी समस्याये खड़ी होती गयी। इन समस्याओंने मनुष्यकी बुद्धिगवितको बहुत-बहुत कसा; इस हद तक कि पृथ्वी अपनी घुरीके इर्दगिर्द घूमती रहती है इस तथ्यका आविष्कार करनेमे अनेक हजार वर्षका समय लगा। सूर्य, चंद्र, तारा, उल्का, घूमकेतु वगैरहके स्वरूपोंके आधार पर उनके आंतरिक रहस्य खोजनेके प्रयत्नोंमें, विज्ञानसे मुसज्ज मनुष्योंको भी बहुत लंबे अरसे तक विकट समस्याओंका मुकाबिला करना पड़ा है। प्रतिदिन नूतनता प्रकट करनेवाले सृष्टिका चिरंतन तत्त्व खोजनेमें प्रयत्नशोल मानव द्वारा जो भौतिक नियम स्थापित किये गये हैं वे उसकी अनेक सदियोंकी कठिन तपश्चर्याका फल है। केवल आँखों पर आधारित पुराने जमानेका वेवकार्य आधुनिक युग जैसा यांत्रिक सूक्ष्मतावाला न था फिर भी वह उस समयके हिसाबसे बहुत ऊँची कोटिकी प्रतिभा दर्शानेवाला सिद्ध हुआ है। इसके अतिरिक्त उस वेवकार्यसे विकसित गणितािक खगोल-शास्त्रके कारण पुरानी मान्यताओंका संशोध होकर नवीन तथ्योंका आविष्कार हुआ है। इस प्रकारकी प्रस्थापित नयी प्रणालियोंमें प्रकाशकी सेवा अत्यंत महत्त्वकी है। प्रकाशका वेग परिमित है और दूरवीनोंके द्वारा अंतरिक्षस्थित ज्योतियोंकी दूरी नापी जा सकी है ये बातें खगोल-गोधके अपने विगिष्ट अंग हैं। दूरवीनोंके आविष्कारके बाद कई अन्य यंत्रोंका भी आविर्भाव हुआ और इन सभीके द्वारा विश्वकी जो झाँकी हमें प्राप्त हुई उसने हमारे ज्ञानकी और दृष्टिकी मर्यादाको पृथ्वीके और सूर्यमंडलके क्षितिजोंको पार करके अंतरिक्षकी दूरकी सिमान तक पहुँचा दिया है।

यह सब होते हुए भी अनेक बातें ऐसी थीं जिनकी गुत्थियाँ नहीं सुलझ पायी थीं। सूर्य अंतरिक्षस्थित तारोंमें सरकता है यह बात स्पष्ट हुई थी मगर पृष्ठभूमिवाले इन तारोंकी कोई गति है या नहीं उसकी खोज करना वाकी था। तारोंके और ताराविश्वके अंतरोंको चौकसीसे प्राप्त करना भी वाकी था। उस कामको वेगवान बनाया फोटोग्राफीने। फोटोग्राफीके कारण यंत्रों द्वारा नापे गये अंतरिक्षीय अंतरोंमें आनेवाली कसरको ०.००८ विकला की मर्यादा तक सीमित किया जा सका। कई किस्सोंमें यह कसर केवल ०.००१ विकला तककी ही बन पड़ी।

तारोंके अक्षभ्रमण और निजगतिके प्रश्न भी फोटोग्राफीकी सहायतासे आसानीसे हल होने लगे थे। केप्टन डवल्यु एवनीने सबसे पहले घोषित किया कि तारे अपनी घुरियोंके इर्द-गिर्द

अंतरिक्षीय अंतर-मापन : २६१

घूमते हैं। उसकी दस बरपनासा आधार था वर्णपटीय रेखाओंकी स्थूलता। मगर एग्नीकी वानकी दूसरे वैज्ञानिकाका समर्थन प्राप्त न हो सका। मन् १९२२ में हेलेरीग नामके एक विद्वानने अलगूळ प्रकारके रूपविकारी ताराके ग्रहणाका अभ्यास करते समय तारोके अक्षभ्रमण का भी गहराईसे अध्ययन किया। बादमें उसने घोषित किया कि एग्नी द्वारा सोचा गया और प्रोफेसर फ्रेन्क डर्नेगजर द्वारा अनुमोदित तारोका अक्षभ्रमण सत्य बात है।

नारोकी निज गतिरा प्रश्न पृथ्वीकी विपुवायन गतिके साथ सम्बन्धित है और इस कारण उसे अलग स्पष्ट रूपमें समझनेमें बहुत समय लगा है। फिर भी उसकी गत्योको सुलझानेमें



भानुप्रसाद सिन्हा



जे. बी. भाट्ट



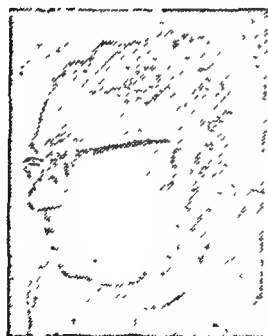
बाबा बट्ट

खगोलविदोने जो जेहमन उठायी है वह प्रशंसापात्र है। तारोके अंतरिक्षीय स्थानोका और उनकी निजगतिराका तारापत्र तैयार करनेमें बीम खगोलशास्त्रियोंने पूरे तीस वर्ष सतत काम किया था और १७०० पृष्ठोंके महाग्रन्थको तैयार करनेमें, उस समय, ३५ लाख रुपयेका खर्च हुआ था।

वर्णपट पंदा करनेवाड़े वर्णविश्लेषणका काम भी अत्यन्त महत्त्वका है। वर्णविश्लेषणके कारण तारोके वर्ण, तैजस्विता, आभनन वर्णरह वाताके बारेमें बहुतसी नई जानकारी प्राप्त हुई। नाथ नाथ यह भी स्पष्ट हुआ कि नारोके और ताराविश्लेषके वर्णपट एक-से नहीं हैं, वे एक दूसरेसे भिन्न हैं। इस भिन्नताका मूल है विश्वोके तारासमूह। वर्णपटकी उपयोग अलग-गानी ध्यानकोन करनेका काम बाष्टर आदम्मे किया। मद्रासिनी विश्वमें आयी हुई निहारिकाओंको और धूमिलोके रूपमें दिखाई देनेवाड़े तारा विज्ञोको एकदूसरेमें पृथक् समझकर उनके दूरत्वका गही समझ वह था सका। मिन लीवटने इसी पण्डती पर आगे चलकर, तैजस्विकारके आधार पर व्यविकारी तारोके समय और वर्ण (Period & Magnitude)का संबंधमून गोजा और उसकी सहायनाने दूर-मुद्रके ताराविश्लेषका हमने अंतर नापनेमें सफलता मिली।

वर्णपटका अभ्यास करके लुइटनने घोषित किया कि व्याघके साथी तारेका रंग श्वेत है। छोटा साथीतारा सफेद क्यों इस प्रश्नने खगोल-शोधकार्यमें खलवली मचा दी। और उसीकी वदौलत वामन तारोंके बारेमें बहुत-सा अन्वेषण कार्य हुआ। सर आर्थर एडिंग्टनने कहा कि श्वेत वामन तारोंका द्रव्य-घनत्व बहुत ज्यादा होना चाहिये मगर अपने इस अनुमानकी कोई वुनियाद वह प्रस्तुत न कर सके। विशेष घनत्वके कारणोंकी खोजमें बहुत वर्ष बीत गये। ख्यातनाम भारतीय वैज्ञानिक डॉ. चंद्रशेखरने इस विषयमें अधिक गवेषणा की है और उसीके आधार पर तारा जन्मसे लेकर तारेकी मृत्यु तककी सिलसिलेवार कथा हमारे सामने प्रस्तुत हो सकी है। इसके अतिरिक्त 'ज्यादा द्रव्यसंचयवाले तारेका व्यास कम होता है'—वाली अद्भुत बातको 'किसी वामनतारेका द्रव्यसंचय सूर्यकी द्रव्यसंपत्तिसे अधिकसे अधिक १.४४ गुना ही हो सकता है' के साथ जोड़कर उसे महत्त्व प्रदान किया है। १.४४ गुनासे ज्यादा द्रव्यमानवाला वामन तारा टूट जाता है इस बातकी प्रतीति कर्कनिहारिकासे मिल रही है। वैज्ञानिक भाषामें १.४४ द्रव्यमान अंकको 'चंद्रशेखर अंक' कहनेमें आता है। अंतरिक्षमें स्फोटक तारोंकी बहुतायत है मगर परम स्फोटक तारे अत्यंत कम क्यों हैं इसका रहस्य भी डॉ. चंद्रशेखरके सिद्धांत द्वारा स्पष्ट हो सका है।

तारोंकी आस्यंतरिक संरचना समझनेके लिये उनके व्यास और उनके आंतरिक ऊर्जा-उद्गमोंकी जानकारी प्राप्त करना आवश्यक है। तारे प्रकाशविंदु दीखते हैं इस कारण उनके व्यास मालूम करनेका काम बहुत मुश्किल है। मिचेलसनने इस कामका बीड़ा उठाया और माउन्ट विलसन २५० से. मी. वाली वेधशालाकी दूरबीनके साथ ६०० से. मी. लम्बा इन्टर-फेरोमीटर लगाकर उसने आर्द्रा (Betelgeue) तारेका व्यास नापा। उसके बाद थोड़े और तारोंके व्यास नापे गये मगर यह पद्धति केवल विराट तारों तक सीमित रही। फलस्वरूप



डॉ. चंद्रशेखर



बी. जे. ल्वेरिय



हार्लो श्वेप्ली

अन्य तारोंकी दूरी नापनेके लिए अन्य पद्धतियाँ ईजाद की गयीं और यों अंतरमापनकी समस्या हल होती गई।

तारोंके अन्त्यनरका सञ्चय वायु विशेष करके गर आर्थर एडिङ्टनकी देन है। इस कामके लिये उन्होंने ताराके तापमान, परमाणुओंके आयनीकरण (Ionization) और विकिरण द्रव्यमानका पारस्परिक संबंध जोड़ा था और उसके आधार पर सूचका द्रव्यमान 2×10^{31} टन होनेका घोषित किया था। ताराके द्रव्यमान मालूम करनेका एक सूत्र सन् १९१८ में हर्ट्ज़-स्प्रांगने सुनाया। वान मानेन और अन्य खगोलवेत्ताओंने भी अपने शोधकार्य प्रवृत्त किये हैं। तारेकी ऊर्जा-निगमनकी बात तारेके द्रव्यमानसे संबंधित है। तारामें ऊर्जा किस प्रकार उत्पन्न होगी है उसका समीकरण चौथी नामके खगोलशास्त्रीने प्रस्तुत किया है, जो 'वीथी कावन चक्र' के नामसे प्रसिद्ध है। इसी प्रक्रियाका विवेचन भी स्वतंत्र रूपमें आविष्कार किया है।

प्रोटोन प्रतिक्रियाका आविष्कार भी कावन प्रक्रियाके साथसाथ हुआ है। इन दोनों पदार्थोंके सहारे सूर्य जैसे मामान्य और व्याघ्र जैसे अति गरम ताराको पहचाना गया है। इसके अतिरिक्त अपने मदाकिनी विश्वमें दो बिस्मकी तारावस्तियोंके होनेका भी पता चला है। लाल तारे बृद्ध हैं और नीले तारे युवा तारे हैं यह खोज बारटेर वाटने की है। वामन और विराट ताराके विशेष भेदोंका पण्यनेका काम हेनरी रमेलने किया है। वर्णपट और तेजस्विता के बीच मध्य स्थापित करके वामन ताराकी आपसी विभिन्नताओं पर भी उन्होंने प्रकाश डाला है।

तारोंके भीतरका हाइड्रोजन हेलियममें परिवर्तित होकर गर्मी और ऊर्जा देनेका काम करता है। यह भी ज्ञात हुआ है कि ऐसे समय अस्थायी नाइट्रोजन १३ केवल दस मिनटमें टूट कर कावन १३ को जन्म देता है। इसके सिवा अस्थायी ऑक्सीजन १५ उपर्युक्त समयसे भी बहुत कम समयमें—२१ मिनटमें टूटकर नाइट्रोजन १५ में बदल जाता है आदि अन्य बातें भी प्रकट हुई हैं। आश्चर्य इस बातका है कि नाइट्रोजन १४ के साथ हाइड्रोजन सलग्न होकर ऑक्सीजन १५ बननेमें ४० लाख वर्षका समय लगता है मगर वही ऑक्सीजन १५ केवल २ मिनटमें टूटकर नाइट्रोजनमें परिवर्तित हो जाता है।

तारोंमें उत्पन्न होने आन्तरिक विक्षोभोंके कारण आयनीकरणका काम बहुत जोरसे चलता है। ताप चाहे आरसे बचकावृत्त हो जाने पर भी यह काम बंद नहीं होता है। आन्तरिक विक्षोभोंकी प्रश्रुता उनके उत्पन्न होनेके बाद कुछ समय तक टिकती है। प्रश्रुता मंद होने पर नये विक्षोभ उत्पन्न होते हैं और पुराने नष्ट हो जाते हैं। तारोंके आन्तरिक विक्षोभोंकी तरह आन्तरिकीय बादलोंमें भी आन्तरिक विक्षोभ उत्पन्न होते और नष्ट होते रहते हैं। आन्तरिकीय बादलोंके विक्षोभोंके आविष्कार डॉ० चन्द्रशेखर हैं। उनका यह आविष्कार भारतके अग्र ब्रह्मादाम वैज्ञानिक मेघनाथ भाहाके आयनीकरण सिद्धांतके आविष्कार जैसा ऊँची कोटिका शोधकार्य है।

ब्रह्मादाम उत्पत्तिवाद आज तक भी न सुन्धी हुई एक टेढ़ी गुत्थी है। अनुत्तरित इस प्रश्नका शेष 'पृथ्वी कैसे जन्मी होगी' से लेकर 'सूर्य, तारे, विश्व, ब्रह्मांड, परमाणु वगैरहकी उत्पत्ति कैसे हुई होगी' तक विस्तृत है। 'पृथ्वी विश्वके केन्द्रमें नहीं है' यह साबित होनेके बाद 'पृथ्वीका जन्म सूर्यमेंसे हुआ है' इस बातने बहुत जोर पकड़ा। उसके साथ-साथ 'सूर्य ही

विश्वका केन्द्र है' यह विचार भी जोरों पर रहा। मगर धीरे-धीरे इन बातोंका सफाया हो गया। हालों जेप्लीके आविष्कारोंने हमे अकेन्द्रीय ब्रह्मांड तक अब पहुँचा दिया है।

'ताराविश्व अक्षभ्रमण करते हैं' यह ऊर्टका अन्वेपण है तो 'दूरके ताराविश्व नजदीकके ताराविश्वोंकी अपेक्षा अतिवेगसे अंतरिक्षमें गति कर रहे हैं' वह हबल और ह्यूमेसनका अन्वेपण है। मगर यह सब मालूम करने पर भी ब्रह्मांड कहाँ तक फैला हुआ है उसका स्पष्ट खयाल हम आजतक भी नहीं पा सके हैं। अजीब बात यह मालूम हुई है कि नग्न आँखसे या दूरबीन से देखे गये अंतरिक्षीय ज्योतियोंके फैलाव यथार्थमें अधिक हैं यह रेडियो-दूरबीनोंने बतलाया है। ऐसी और भी आश्चर्यभरी बातें प्रकट हुई हैं। सूर्यका वातावरण ठेठ पृथ्वी तक पहुँचता है यह अब मानी हुई बात बन गई है। ताराविश्वोंसे हम प्रकाश ही पाते हैं-वाली बातमें आवाज और प्रखर गामा किरणें मिलनेकी बातकी अब वृद्धि हुई है। ये सारे आश्चर्य आइन्स्टीनके 'द्रव्यका ऊर्जामें रूपांतर होता है' वाले सिद्धांतकी तरह महत्त्वपूर्ण हैं। समयकी शुरुआत कबसे हुई होगी इस प्रश्नका इन बातोंके साथ गहरा नाता है। अधिकतर वैज्ञानिकोंका यह मत है कि ब्रह्मांडकी आजकी उम्र १० से १५ अरब सालोंकी है। नया अन्वेपण इस मर्यादाको लाँघ-कर ब्रह्मांडकी आजकी उम्रका अंदाजा ७० से ७५ अरब सालोंका लगाता है। यह सारा प्रश्न 'ब्रह्मांड विकसित है कि स्थिर स्थितिवाला है' उससे संबंधित है। रूसके एक वैज्ञानिकने घोषित किया है कि ब्रह्मांडकी हस्तीके शुरुआतके १५ अरब वर्ष तक ब्रह्मांड विकसित होता रहा था मगर तबसे लेकर आज तक वह स्थिरत्वकी स्थितिमें है। रूसी वैज्ञानिककी इस बातसे सभी खगोलशास्त्रियोंका सहमत होना असंभवित है फिर भी हमें श्रद्धा रखनी होगी कि सर आर्थर एडिंग्टनने विश्वउत्पत्ति और विश्वविलयका जो प्रश्न हमारे सामने रखा था वह रेडियो-दूरबीनोंकी सहायतासे अब हल होगा। भारत सरकार उटाकामंडके पास एक बड़ी रेडियो-दूरबीन स्थापित करने जा रही है यह खबर आनंदजनक है।

आखिरमें, उपर्युक्त सारी बातोंके साथ क्वासार्सों, पल्सार्सों, नूतन तारकगुच्छों और क्ष-किरण ताराविश्वोंके रहस्य पानेका हम विश्वास रखें और कामना करें कि न्यूटनसे नालिकर तक चर्चित 'गुरुत्वाकर्षण' उसके सही अर्थमें गुरुत्व प्राप्त करें और ब्रह्मांडकी सिमान और भी ज्यादा कल्याणकर हो।

परिशिष्ट - १

स्थानीय विश्वजूय

ताराविश्व	कौनसे तारा मंडलमें	प्रकार	अंतर प्रकाशवर्ष	निरपेक्ष वर्ग
१ मदाकिनी विश्व	—	संज्ञ	—	-१८०
२ मेगेलन गुहविश्व	अमिमीन	अ, सद्	१,४६,०००	-१७५
३ मेगेलन लघुविश्व	चक्रवाक	अ	१,४६,०००	-१६०
४ शिल्ली	शिल्ली	अ	४,६०,०००	-१३२
५ मट्टी	मट्टी	अ	९,२०,०००	-१३२
६ एन जी सी ६८२२	धनु	अ	१०,४०,०००	-१२५
७ एन जी सी १४७	देवयानी	अ	१३,२०,०००	-११८
८ एन जी सी १८५	देवयानी	अ	१३,२०,०००	-१२१
९ आइ सी १६१३	तिमि	अ	१८,००,०००	-१२५
१० मे ३३	निकोण	संज्ञ	१८,००,०००	-१६३
११ आर्डी सी १०	शर्मिष्ठा	संज्ञ	२०,००,०००	-११५
१२ आर्डी सी ३४२	जिराफ	संज्ञ	२०,००,०००	—
१३ एन जी सी ३९४६	वृषपर्वी	—	२०,००,०००	-१०५
१४ मे ३१	देवयानी	संज्ञ	२२,००,०००	-१९०
१५ मे ३२	देवयानी	अ,	२२,००,०००	-१४५
१६ एन जी सी २०५	देवयानी	अ,	२२,००,०००	-१३०
१७ एन जी सी २४१९	मिथुन	—	—	-१०५

परिशिष्ट - २
ख्यातनाम अन्य विश्वजूय

विश्वजूय या विश्वमेघ	दृश्य वर्ग	लाख	अंतर प्रकाशवर्ष
१. कन्या	१२.५		३३०
२. खगाश्व	१५.५		१,०००
३. मीन	१५.४		१,४००
४. कर्क	१६.०		१,४००
५. ययाति	१६.४		१,५००
६. केश	१७.०		२,४००
७. सप्तर्षि - १	१८.०		५,०००
८. सिंह	१९.०		६,५००
९. किरीट	१९.०		७,०००
१०. मिथुन	१९.५		७,५००
११. भूतेश	२१.०		१३,०००
१२. सप्तर्षि - २	२१.०		१४,०००

परिशिष्ट - ३

आकाशदर्शन - मारसवार

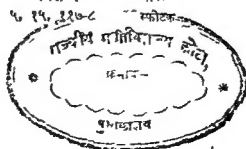
समय तारीख	→	७	८	९	१०	११	१२	१	२	३	४	५
जनवरी	१	दि	-	ज	-	फ	-	मा	-	अ	-	म
	१६	-	ज	-	फ	-	मा	-	अ	-	म	-
फरवरी	१	ज	-	फ	-	मा	-	अ	-	म	-	जू
	१५	-	फ	-	मा	-	अ	-	म	-	जू	-
मार्च	१	फ	-	मा	-	अ	-	म	-	जू	-	जु
	१६	-	मा	-	अ	-	म	-	जू	-	जु	-
अप्रैल	१	मा	-	अ	-	म	-	जू	-	जु	-	अग
	१६	-	अ	-	म	-	जू	-	जु	-	अग	-
मई	१	अ	-	म	-	जू	-	जु	-	अग	-	सि
	१६	-	म	-	जू	-	जु	-	अग	-	सि	-
जून	१	म	-	जू	-	जु	-	अग	-	सि	-	अक्
	१६	-	जू	-	जु	-	अग	-	सि	-	अक्	-
जुलै	१	जू	-	जु	-	अग	-	सि	-	अक्	-	न
	१६	-	जु	-	अग	-	सि	-	अक्	-	न	-
अगस्त	१	जु	-	अग	-	सि	-	अक्	-	न	-	दि
	१६	-	अग	-	सि	-	अक्	-	न	-	दि	-
सितंबर	१	अग	-	सि	-	अक्	-	न	-	दि	-	ज
	१६	-	सि	-	अक्	-	न	-	दि	-	ज	-
अक्तूबर	१	सि	-	अक्	-	न	-	दि	-	ज	-	फ
	१६	-	अक्	-	न	-	दि	-	ज	-	फ	-
नवंबर	१	अक्	-	न	-	दि	-	ज	-	फ	-	मा
	१६	-	न	-	दि	-	ज	-	फ	-	मा	-
दिसंबर	१	न	-	दि	-	ज	-	फ	-	मा	-	अ
	१६	-	दि	-	ज	-	फ	-	मा	-	अ	-

पारिभाषिक शब्द

अधिक्रमण	Transit over the sun's disc
अनस्त	Circumpolar (star)
अनुदित	Southern circumpolar (star)
अयनचलन	Precession of equinoxes
दनांतर	Elongation
उत्सर्जनशील	Emmissive
कथित त्रिज्या	Apparent radius
एन जी सी	New General Catalogue
कला	Minute of an arc
क्ष किरणें	X Rays
गुरुमेघ (मेगेलन)	Great Megallan Cloud
ताराविश्व	Galaxy
निज गति (तारेकी)	Proper motion of a star
परिहार प्रदेश	Empty region
गामंडल (मंदाकिनी विश्व)	Hallo of the Milky Way Galaxy
भोग	Longitude
मे	Messier
रक्त विचलन	Red Shift
रवि परम मंदफल	Maximum equation of the centre
रूपविकारी तारे	Variable stars
वर्णपट	Spectrum
वातीभवन	Sublimation
विकला	Second of an arc
विकिरण	Radiation
विभेदनक्षमता	Power of resolution
विश्वजूथ	Cluster of Galaxies
विश्वसमूह मेघ	Clouds of Clusters of Galaxies
शर	Latitude
शोषक	Absorptive
संपात	Equinox
होरावृत्त	Hour circle
क, ख, ग. . .	α . β . γ . . .
अ, ब, क. . .	A, B, C. . .
क नराश्व	α Centaurus
नराश्व क	Centaurus C.

विषय-सूची

आरव खगोल शास्त्र	१६९-७१	चुम्कीय बल	२७, ९१
अतिरिक्तिय अतरमापन	२५४-६०	जीवन	१४२, १४८-५५
आकाशगंगा	८	जीवनक्षय ग्रह	१४५
आकाश-दर्शन	२००-३२	जीवन निर्माणके योग	१४९
अवकाशी अवच्छेदक	१८२	जीवमृष्टि	२३, १४८
आमासीन तारे	१२२-५	तरण लम्बाई	१२९
इन्टरफेरोमीटर	१०६-७	तारक जीवनपथ	५०
ऊर्जा उत्पत्ति	१०९	तारा	
ऊर्जा प्रक्रिया	५१	अतर	३१
ऊर्जा विकिरण	१२५	उत्क्रान्ति	५६
ऊर्जा स्रोत	७	उग्र	५५
क्वासार	१२२-५	तेज	३१
कुडलो	१९७	तेजाक	३५
केलेन्डर	१६५-६	द्रव्य मन्थन	३५, ५५
खगोलशास्त्र		प्रकार	३५, ४९
आधुनिक	१७४-५	रूपविकारी	३६, ४९
आरव	१६९-७१	वय	३३
ग्रीक	१६१, १७४	विभाग	४९
चीनी	१५८	वेगमान	१४६
वेबीलोन	१६१-४	ताराविद्व	३७, ६७, ७०, १३२-५
भारतीय	१५९-६१, १६६-९, १७१-४	उत्क्रान्ति	८६
रोमन	१६५	उग्र	१३४
खगोलशास्त्र (प्राथमिक)	१७६-८७	दूरत्व	८४
खगोलकी प्राचीन विरासत	१५९-७५	प्रकार	७०-३
ग्रह	२०	भ्रमण	४८
ग्रह और जीवन	१४२, १५२	विवरण	७७
ग्रह गति	१३७	वेग	८०-३
ग्रहण भय	१	संपत्ति	९, ७४-५
ग्रीक ज्योतिष	१६१, १७४	सपिल	७१, ८७
चन्द्र	५, १५, ११७-८	स्फोटक	१२५-८
चुम्कीय क्षेत्र			१८९
२७० : ब्रह्माद दर्शन			



दूरगमन	८३	वर्ण वर्ग	३३
दूरवीन	२३४	वर्णपट विचलन	८१
देवयानी विश्व	६४-६, ७४	वातावरण	२२
बूमकेतु भय	२	सूर्यका	२७
बूमघड़ाकावाद	८७, १४०	वान एलन पट	१४
नक्षत्र और राशि	१९, १५८	वायु और बादल	३९
विश्व	३९-४३	विकिरण दाव	३६
विश्व	१६६, १८८	उत्क्रान्ति	८६, १४०
विश्व	८, १३	उत्पत्तिवाद	८७
विश्व	११७	प्रकार	७०
विश्व	५३	वितरण	७७
विश्व	२४८-९	समूह	७७-९
विश्व	१०, १२९	स्फोटक	१२५-८
विश्व	१३९-४१	विश्व और हाइड्रोजन	११०
विश्व	१४३	विश्व भुजा	४६-७
विश्व	१३६	वेदांग ज्योतिष	१५९
विश्व	३	वेवगाला	
विश्व	९, ४४, ११०-१	अवकाशी	२५२
विश्व	६०-४	जयसिंहकी	१७४
मे ८२	१२६-८	वेवगाला और यंत्र	२३३
युग	१६०	वृत्त प्रतिवृत्त	१६३-५
रक्त विचलन	८१	डिमट	२४०
रिवाज और बहम	६	संवत्सरात्मक गणना	१५७
रूपविकारी तारे	३९, ४१	सतत सर्जनवाद	१४०
रेडियो		समक्रम श्रेणी	३४, ५८
उद्गम	१२०, ११३	समय - महीना	१९३
खगोल	९६	सर्पिल ताराविश्व	७१, ८७, ९१
तारा	१११	सूर्य	४, १९-२१, २४-३०
नकशा	१०१, ११०, ११३	आवरण	२७
संकेत	१०४	स्पेक्ट्रोग्राफ	२४३-७
सूर्य	२८, ११५	स्फोटक ताराविश्व	१२५-८
लंवन	२५४	सिंक्रोट्रोन प्रक्रिया	१०९
वहम	६		
वर्ष	१९४		

‘ज्ञान-गंगोत्री’-योजना पर कुछ अभिमत :

मुझे विश्वास है कि आधुनिक विद्वत्की समग्र प्रतिभा के अनुरूप ‘ज्ञान-गंगोत्री’ अर्थोंमें ग्रन्थ-रूप विद्वत्विद्यालयके रूपमें विकसित होगी। यह एक सुखद संयोग है कि ६ भी पुराणोंकी मौलिक विशाल ब्रह्माष्ट दर्शनकी जिज्ञासामें प्रारम्भ होनी है, और इस प्रकार पौराणिक परंपरा और वर्तमान युगकी महत्त्वाकांक्षाओंके अनुरूप सिद्ध होती है।

गुजरात और विशेषतः दहनाके लोगोंमें ‘ज्ञान-गंगोत्री’ ज्ञानका आ बहुत हद तक सहायक होगी।

का
१४९
१४८
१२९
५०

ज्ञानगंगोत्रीके तीनों ग्रन्थोंके में देव गया हूँ। उनमें दी गयी जानकारी विद्वत्के बारेमें मेरे मन पर बहुत अच्छा जमर पड़ा है। ये ग्रन्थ प्रमाण सिद्धाके लिये वे अत्यंत उपयोगी भावित हामें उनमें भुले जा सका नहीं है।

नायक प्रधानमंत्री मोरारजी

यह आवश्यक है कि माहित्य व ज्ञानका प्रसार प्रादेशिक भाषाओंके माध्यम में ही हो। मुझे विश्वास है कि प्रस्तुत ग्रन्थमाला इस आवश्यकताकी पूर्ति में दूर तक सहयोगिनी होगी।

क. मा. मुशी

मेरे जैसे श्रावस्त्रिवालेको भी जिज्ञासाके नवरसायनसे नवयौवन देनेवाली पुस्तके नई और युवा पीढ़ीको कितनी साजगी देगी उनका खयाल करने पर ‘ज्ञानगंगोत्री’ ग्रन्थमालाका हम यथार्थ मूल्यांकन कर पाते हैं।

प्रभावशाली पंडित मुकुललालजी

विद्यार्थियों व सर्वसाधारणमें ज्ञान-प्रसारकी इस योजनाके लिए सरदार पटेल युनिवर्सिटी वधारिनी पात्र है। विद्वत्विद्यालय जैसी उच्च-शिक्षा-संस्थाओंके लिए उत्तना ही पर्याप्त नहीं कि वे अपने कार्य-क्षेत्रकी विद्वत्विद्यालय-क्षेत्र या छात्र-जगत तक ही मर्यादित रहें। उनका प्रभाव ता पूरे समाज तक व्याप्त होना चाहिये और उसके मागल्यमें उनका योगदान होना चाहिए। इस उद्देश्यकी ध्यातमें रहते हुए ज्ञान-गंगोत्रीकी यह योजना वाछित दिशामें एक मही पदग्रास है।

उमाशंकर जोषी

उपकुलपति

गुजरात युनिवर्सिटी